



**MEDIO
AMBIENTE**

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



2021-2030

Programa de Gestión para Mejorar la
Calidad del Aire del Estado de Hidalgo



Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire
del Estado de Hidalgo
2021-2030



© Gobierno del Estado de Hidalgo
Todos los derechos reservados.



MENSAJE DEL GOBERNADOR



El estado de Hidalgo se ha convertido en una zona de alta importancia para el desarrollo económico del centro del país, gracias a su ubicación estratégica en la Zona Metropolitana del Valle de México; además, a la presencia de grandes industrias, diversas actividades comerciales, de servicio y de transporte, que a su vez influyen en el deterioro del medio ambiente por la contaminación generada, lo que afecta significativamente la calidad del aire. En el Hidalgo que queremos, el mejoramiento del aire que respiramos representa uno de los retos más importantes en materia ambiental.

La implementación de la actualización de nuestro Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Hidalgo **ProAire Hidalgo 2021-2030**, marcará la ruta para afrontar los desafíos ambientales que tiene y tendrá nuestro estado durante la siguiente década que, con esfuerzos coordinados de los tres Órdenes de Gobierno, de la academia, de la iniciativa privada y de la sociedad civil en general; trabajaremos para mejorar la calidad del aire, para que juntas y juntos impulsemos la transformación en el estado de Hidalgo.

A través de este programa y en cumplimiento a los compromisos establecidos en la Agenda 2030 y en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, se define la política estatal en materia de calidad del aire con un enfoque en la disminución de emisiones de los contaminantes atmosféricos, considerados como nocivos para la salud.

En el ProAire Hidalgo 2021-2030, se establecen 6 estrategias, 20 medidas, 113 acciones, así como la corresponsabilidad en las acciones, metas y plazos de ejecución que reafirman compromisos para trabajar por regiones importantes más limpias y saludables para los hidalguenses. En mi Gobierno, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Hidalgo, estamos convencidos de que garantizar el derecho a un medio ambiente sano es un deber primordial, confirmando para Hidalgo, con este tipo de acciones lo mejor está por venir.

Cuidar nuestro medio ambiente es una prioridad para mi Gobierno, el Hidalgo que amamos será el Hidalgo que queremos.

Julio Menchaca Salazar
Gobernador del Estado de Hidalgo



MENSAJE DE LA SECRETARIA



La protección del medio ambiente es una de las prioridades que debe establecerse en cualquier administración, formar criterios, programas y planes que le den valor a esta premisa, requiere una política ambiental que permita un desarrollo sustentable.

En este documento están plasmadas las líneas de acción que garantizarán el mejoramiento y la conservación de la calidad del aire que es afectada por la concentración de contaminantes atmosféricos; nuestro compromiso es garantizar el cuidado del aire que respiramos las y los

hidalguenses, mediante medidas y acciones concretas, sustentables y armónicas con el ambiente, sin él no podríamos garantizar nuestra propia subsistencia.

En Hidalgo tenemos el decidido compromiso del Gobernador Julio Menchaca Salazar, quien desde el primer día de su Gobierno trazó las directrices para lograr que el estado sea potencia nacional, con el debido cuidado de nuestros recursos naturales y el entorno, mediante políticas públicas que potenciarán cada región hidalguense.

Cuidar el medio ambiente no es tarea de una dependencia o área en específico, es necesaria la participación de la sociedad hidalguense en su conjunto, la cual ha dado muestras claras de que con el liderazgo del Gobernador, preservaremos nuestros recursos, en especial del aire, tan necesario y vital en la subsistencia humana.

Las y los convoco a unirse al Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Hidalgo como una inversión personal y colectiva, para que las futuras generaciones de hidalguenses hereden el aire limpio que se requiere para vivir plenamente.

Lograr el Hidalgo que queremos está en nuestras manos, únete tú también para que juntas y juntos recuperemos la grandeza del estado, a través del cuidado del ambiente.

Mónica Patricia Mixtega Trejo

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Hidalgo

DIRECTORIO

GOBIERNO DEL ESTADO DE HIDALGO

Julio Menchaca Salazar

Gobernador del Estado de Hidalgo

Mónica Patricia Mixtega Trejo

*Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales
del Estado de Hidalgo*

Magdaleno Cervantez Bautista

*Subsecretario de Política Ambiental de la
SEMARNATH*

David Robles Hernández

*Subsecretario de Sustentabilidad y Cambio
Climático de la SEMARNATH*

Francisco Zaragoza Tapia

*Director General de Gestión de Calidad del Aire de la
SEMARNATH*

Susana González Olvera

*Subdirectora de Gestión de Calidad del Aire de la
SEMARNATH*

Yadira García Valderrama

*Encargada del Departamento de Gestión de
Calidad del Aire de la SEMARNATH*



GOBIERNO FEDERAL

María Luisa Albores González

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Adolfo Cimadevilla Cervera

*Director General de Industria, Energías Limpias y
Gestión de la Calidad del Aire de la SEMARNAT*

Daniel López Vicuña

Director de Calidad del Aire de la SEMARNAT

Fernando Tena Gutiérrez

*Subdirector de Programas de Calidad del Aire de la
SEMARNAT*

DEPENDENCIAS ESTATALES

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo, **SEMARNATH**.
Comisión de Agua y Alcantarillado de Sistemas Intermunicipales, **CAASIM**.
Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios del Estado de Hidalgo, **COPRISEH**.
Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente, **PROESPA**.
Secretaría de Desarrollo Agropecuario, **SEDAGRO**.
Secretaría de Educación Pública del Estado de Hidalgo, **SEPH**.
Secretaría de Salud de Hidalgo.
Secretaría de Movilidad y Transporte, **SEMOT**.
Subsecretaría de Protección Civil y Gestión de Riesgos.
Secretaría de Obras Públicas y Ordenamiento Territorial, **SOPOT**.

DEPENDENCIAS FEDERALES

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **SEMARNAT**.
Comisión Ambiental de la Megalópolis, **CAMe**.
Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, **INECC**.
Comisión Nacional Forestal, **CONAFOR**.

MUNICIPIOS DEL ESTADO DE HIDALGO QUE INTEGRAN EL COMITÉ NÚCLEO

Atitalaquia
Atotonilco de Tula
Ixmiquilpan
Cuautepec de Hinojosa
Huichapan
Mineral de la Reforma
Mixquiahuala de Juárez
Pachuca de Soto
Progreso de Obregón
Santiago de Anaya
Santiago Tulantepec
Tecozautla
Tepeji del Río de Ocampo
Tizayuca
Tula de Allende
Tulancingo de Bravo
Zempoala

INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la Universidad Nacional
Autónoma de México, **ICACC-UNAM**.
Universidad Tecnológica Tula-Tepeji, **UTTT**.

CÁMARAS INDUSTRIALES Y EMPRESAS

Comisión Federal de Electricidad, **CFE**.
Petróleos Mexicanos, **PEMEX**.
Cámara Nacional del Cemento, **CANACEM**.
Empresas del cemento en el estado.
Empresas de la cal en el estado.



ÍNDICE

DIRECTORIO	6
CONTENIDO	11
LISTA DE CUADROS	15
LISTA DE FIGURAS	16
RESUMEN EJECUTIVO	21

CAPÍTULO 1. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL ESTADO DE HIDALGO	29
--	-----------

1.1.	CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS	29
1.2.	METEOROLOGÍA	32
1.3.	DESARROLLO SOCIOECONÓMICO	34
1.4.	CUENCAS ATMOSFÉRICAS EN EL ESTADO DE HIDALGO	38

CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DEL AIRE	43
--	-----------

2.1.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO DEL ESTADO DE HIDALGO	43
2.2.	NORMAS OFICIALES MEXICANAS VIGENTES	46
2.3.	INDICADORES DE CALIDAD DEL AIRE	47
2.3.1.	EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LAS NOM	49
2.3.2.	TENDENCIAS DE LOS INDICADORES DE EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LAS NOM	54
2.3.3.	DISTRIBUCIÓN DE DÍAS BUENOS, ACEPTABLES, MALOS, MUY MALOS Y EXTREMADAMENTE MALOS	66
2.3.4.	HORAS Y DÍAS POR ARRIBA DEL LÍMITE DE 1 HORA DE SO ₂	74
2.3.5.	COMPORTAMIENTO DURANTE LOS MESES DEL AÑO, LOS DÍAS DE LA SEMANA Y LAS HORAS DEL DÍA	75
2.3.5.1	COMPORTAMIENTO MENSUAL	75
2.3.5.2.	COMPORTAMIENTO DURANTE LOS DÍAS DE LA SEMANA	79
2.3.5.3.	COMPORTAMIENTO DURANTE LAS HORAS DEL DÍA	84

RESUMEN	89
----------------	-----------

CAPÍTULO 3. INVENTARIO DE EMISIONES	91
--	-----------

3.1.	BALANCE DE ENERGÍA	91
3.2.	INVENTARIO DE EMISIONES DEL 2016 VS. 2018	93
3.3.	EMISIONES TOTALES PARA LA ENTIDAD	95
3.3.1.	EMISIONES POR CATEGORÍAS PARA CADA CONTAMINANTE	96
3.3.2.	EMISIONES DE CONTAMINANTES POR MUNICIPIO	101
3.4.	EMISIONES POR CUENCA ATMOSFÉRICA	103
3.4.1.	COMPARACIÓN DE EMISIONES POR CUENCA ATMOSFÉRICA Y FUENTE PARA CADA CONTAMINANTE	105
3.4.2.	EMISIONES HACIA EL INTERIOR DE CADA CUENCA ATMOSFÉRICA DE LA ENTIDAD	109

RESUMEN	114
----------------	------------

CAPÍTULO 4. IMPACTOS A LA SALUD	117
4.1. CONTAMINANTES, CRITERIO DEL AIRE Y SU EFECTO EN LA SALUD	118
4.2. MORTALIDAD Y MORBILIDAD DE LAS ENFERMEDADES ASOCIADAS CON LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE	122
4.2.1. MORTALIDAD 2019	123
4.2.2. MORBILIDAD 2019	124
4.3. IMPACTOS EN LA SALUD POR INCUMPLIR CON LA NOM DE PM _{2.5}	125
4.3.1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS EN LA SALUD	126
4.3.2. ASIGNACIÓN DEL ÁREA DE EXPOSICIÓN DE LAS PM _{2.5}	126
4.3.3. TASAS BASALES DE MORTALIDAD EN MUNICIPIOS DE LA REGIÓN TULA-TEPEJI	127
4.3.4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS EN SALUD	128
4.3.5. VALORACIÓN ECONÓMICA POR INCUMPLIR CON LA NOM DE PM _{2.5}	130
RESUMEN	131
CAPÍTULO 5. COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN	133
5.1. PROCESO ACTUAL DE COMUNICACIÓN	133
5.2. PERCEPCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE EN EL ESTADO DE HIDALGO	136
5.3. EDUCACIÓN AMBIENTAL	140
RESUMEN	145
CAPÍTULO 6. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS	147
6.1. INTRODUCCIÓN A LA DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS Y MEDIDAS	147
6.2. OBJETIVO	149
6.3. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS	149
6.3.1. ESTRATEGIA 1: REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES FIJAS	151
MEDIDA 1. Reducción y control de emisiones de contaminantes al aire en la central Termoeléctrica "Francisco Pérez Ríos" de Tula de Allende Hidalgo	151
MEDIDA 2. Aprovechamiento de residuales en la Refinería "Miguel Hidalgo"	153
MEDIDA 3. Reducción y control de emisiones de la industria cementera	154
MEDIDA 4. Reducción y control de emisiones de la industria calera	155
MEDIDA 5. Fortalecimiento de la regulación industrial estatal	156
MEDIDA 6. Fortalecimiento de la regulación de las actividades en bancos de materiales pétreos	157
MEDIDA 7. Apoyo al sector ladrillero con la implementación de nuevas tecnologías y alternativas de producción	158
6.3.2. ESTRATEGIA 2: REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES MÓVILES	159
MEDIDA 8. Fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio, PVVO .	159
MEDIDA 9. Fomento a la movilidad integral en el Estado de Hidalgo	160
6.3.3. ESTRATEGIA 3: REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES DE ÁREA	161

MEDIDA 10. Fortalecimiento del programa de ecotecnologías para la reducción del consumo de combustibles fósiles en el sector residencial	161
MEDIDA 11. Control de emisiones de material particulado en suelos y caminos sin recubrimiento	162
MEDIDA 12. Reducción de las emisiones generadas por quemas agrícolas	163
MEDIDA 13. Reducción de las emisiones generadas por incendios forestales	164
MEDIDA 14. Reducción y control de las emisiones generadas por el manejo de residuos	165
MEDIDA 15. Reducción y control de las emisiones generadas por el tratamiento de aguas residuales	166
6.3.4. ESTRATEGIA 4: PROTECCIÓN A LA SALUD	167
MEDIDA 16. Prevención y protección de la salud de la población expuesta a mala calidad del aire	167
6.3.5. ESTRATEGIA 5: COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN DE CALIDAD DEL AIRE	168
MEDIDA 17. Fortalecimiento de las acciones de educación ambiental en el tema de calidad del aire	168
MEDIDA 18. Difusión permanente de las acciones en materia de calidad del aire	169
6.3.6. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	170
MEDIDA 19. Fortalecimiento del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo, SIMAEH .	170
MEDIDA 20. Actualización del inventario de emisiones	171

BIBLIOGRAFÍA

174

ANEXOS

178

ANEXO A. Emisiones en el estado de Hidalgo por categoría, 2018	178
ANEXO B. Emisiones por municipio, 2018	182
ANEXO C. Emisiones por fuente y categoría de las Cuencas Atmosféricas de Tula, Pachuca y Tulancingo	184
ANEXO D. Emisiones por municipio de las Cuencas Atmosféricas de Tula, Pachuca y Tulancingo	190
ANEXO E. Normas Oficiales Mexicanas de Salud de Contaminantes, Criterio con fecha de entrada en vigor de diciembre en 2021	191

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1.	Principales parques y/o zonas industriales en el estado de Hidalgo	36
Cuadro 1.2.	Municipios de la Cuenca Atmosférica de Tula	39
Cuadro 1.3.	Municipios de la Cuenca Atmosférica de Pachuca	40
Cuadro 1.4.	Municipios de la Cuenca Atmosférica de Tulancingo	41
Cuadro 2.1.	Estaciones y parámetros que conforman el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo	45
Cuadro 2.2.	Especificaciones técnicas de las Normas Oficiales Mexicanas vigentes	46
Cuadro 2.3.	Índice Aire y Salud: calidad del aire, intervalos y colores de acuerdo a rango de concentración por contaminante	48
Cuadro 2.4.	Cumplimiento de la NOM-025-SSA1-2014 de PM ₁₀ en el estado de Hidalgo	49
Cuadro 2.5.	Cumplimiento de la NOM-025-SSA1-2014 de PM _{2.5} en el estado de Hidalgo	50
Cuadro 2.6.	Cumplimiento de la NOM-020-SSA1-2014 de O ₃ en el estado de Hidalgo	50
Cuadro 2.7.	Cumplimiento de la NOM-022-SSA1-2010 de SO ₂ en el estado de Hidalgo	51
Cuadro 2.8.	Cumplimiento de la NOM-022-SSA1-2019 de SO ₂ en el estado de Hidalgo	52
Cuadro 2.9.	Cumplimiento de la NOM-021-SSA1-1993 de CO en el estado de Hidalgo	53
Cuadro 2.10.	Cumplimiento de la NOM-021-SSA1-1993 de NO ₂ en el estado de Hidalgo	53
Cuadro 3.1.	Consumo energético por sector y tipo de combustible en el estado de Hidalgo, 2018	92
Cuadro 3.2.	Emisiones totales de contaminantes por fuente emisora en el estado de Hidalgo, 2016 vs. 2018	93
Cuadro 3.3.	Emisiones totales por fuente en el estado de Hidalgo, 2018	96
Cuadro 3.4.	Emisiones por municipio del estado de Hidalgo	102
Cuadro 3.5.	Emisiones por Cuenca Atmosférica y tipo de contaminante en el estado de Hidalgo, 2018	103
Cuadro 3.6.	Emisiones por Cuenca Atmosférica y fuente de emisión en el estado de Hidalgo, 2018	109
Cuadro 4.1.	Descripción y origen de los contaminantes criterio del aire	118
Cuadro 4.2.	Principales efectos de los contaminantes criterio del aire	119
Cuadro 4.3.	Valores anuales de PM _{2.5} de los escenarios de modelación de los impactos en la salud	125
Cuadro 4.4.	Tasas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares en 2018	128
Cuadro 6.1.	Líneas estratégicas	150
Cuadro A.1.	Emisiones en el estado de Hidalgo por categoría, 2018	178
Cuadro A.2.	Porcentaje de emisiones en el estado de Hidalgo por categoría, 2018	180
Cuadro A.3.	Emisiones en el estado de Hidalgo por municipio, 2018	182
Cuadro A.4.	Emisiones por fuentes y categoría en la Cuenca Atmosférica de Tula	184
Cuadro A.5.	Emisiones por fuentes y categoría en la Cuenca Atmosférica de Pachuca	186
Cuadro A.6.	Emisiones por fuentes y categoría en la Cuenca Atmosférica de Tulancingo	188
Cuadro A.7.	Emisiones por municipio en la Cuenca Atmosférica de Tula	190
Cuadro A.8.	Emisiones por municipio en la Cuenca Atmosférica de Pachuca	190
Cuadro A.9.	Emisiones por municipio en la Cuenca Atmosférica de Tulancingo	191

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1.	División política municipal del estado de Hidalgo	30
Figura 1.2.	Tendencias de crecimiento poblacional en el estado de Hidalgo	34
Figura 1.3.	Padrón vehicular del estado de Hidalgo	35
Figura 1.4.	Distribución de industrias en el estado de Hidalgo	37
Figura 1.5.	Cuencas Atmosféricas del estado de Hidalgo	38
Figura 2.1.	Ubicación de las estaciones de monitoreo en el estado de Hidalgo	44
Figura 2.2.	Cumplimiento de la NOM de PM ₁₀	55
Figura 2.3.	Cumplimiento de la NOM de PM _{2.5}	57
Figura 2.4.	Cumplimiento de la NOM de O ₃	59
Figura 2.5.	Cumplimiento de la NOM de SO ₂	61
Figura 2.6.	Cumplimiento de la NOM de NO ₂	63
Figura 2.7.	Cumplimiento de la NOM de CO	64
Figura 2.8.	Distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos de PM ₁₀	67
Figura 2.9.	Distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos de PM _{2.5}	69
Figura 2.10.	Distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos de O ₃	70
Figura 2.11.	Distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos de SO ₂	71
Figura 2.12.	Distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos de NO ₂	72
Figura 2.13.	Distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos de CO	73
Figura 2.14.	Horas por arriba del límite de 1 hora vigente de SO ₂	74
Figura 2.15.	Días por arriba del límite de 1 hora vigente de SO ₂	75
Figura 2.16.	Comportamiento mensual de PM ₁₀	76
Figura 2.17.	Comportamiento mensual de PM _{2.5}	76
Figura 2.18.	Comportamiento mensual de O ₃	77
Figura 2.19.	Comportamiento mensual de SO ₂	78
Figura 2.20.	Comportamiento mensual de NO ₂	79
Figura 2.21.	Comportamiento mensual de CO	80
Figura 2.22.	Comportamiento de PM ₁₀ a lo largo de la semana	80
Figura 2.23.	Comportamiento de PM _{2.5} a lo largo de la semana	81
Figura 2.24.	Comportamiento de O ₃ a lo largo de la semana	82
Figura 2.25.	Comportamiento de SO ₂ a lo largo de la semana	82
Figura 2.26.	Comportamiento de NO ₂ a lo largo de la semana	83
Figura 2.27.	Comportamiento de CO a lo largo de la semana	83
Figura 2.28.	Comportamiento horario de PM ₁₀	84
Figura 2.29.	Comportamiento horario de PM _{2.5}	85
Figura 2.30.	Comportamiento horario de O ₃	86
Figura 2.31.	Comportamiento horario de SO ₂	86
Figura 2.32.	Comportamiento horario de NO ₂	87
Figura 2.33.	Comportamiento horario de CO	87
Figura 3.1.	Emisión de contaminante por fuente en el estado de Hidalgo	95
Figura 3.2.	Principales categorías de emisión por tipo de contaminante en el estado de Hidalgo	97
Figura 3.3.	Comparación de emisiones generadas por cada Cuenca Atmosférica contra el resto del estado de Hidalgo	104

Figura 3.4.	Contribución de emisiones por fuente y Cuenca Atmosférica para cada contaminante contra el resto del estado de Hidalgo	106
Figura 3.5.	Emisiones en la Cuenca Atmosférica de Tula	110
Figura 3.6.	Emisiones en la Cuenca Atmosférica de Pachuca	111
Figura 3.7.	Emisiones en la Cuenca Atmosférica de Tulancingo	112
Figura 4.1.	Causas principales de mortalidad en el estado de Hidalgo, 2019	123
Figura 4.2.	Causas principales de morbilidad en el estado de Hidalgo, 2019	124
Figura 4.3.	Asignación del área de exposición de las PM _{2.5}	127
Figura 4.4.	Casos de muertes evitables por causa de mortalidad y municipio, y su contribución a la incidencia basal	129
Figura 5.1.	Materiales visuales en materia de calidad del aire	134
Figura 5.2.	Campañas y acciones en materia ambiental	135
Figura 5.3.	Percepción de los informantes en el tema de calidad del aire	138
Figura 5.4.	Percepción de los informantes sobre principales fuentes de contaminación del aire	139
Figura 5.5.	Programas y actividades desarrolladas entre SEMARNATH y SEPH	144





RESUMEN EJECUTIVO

La contaminación atmosférica conlleva problemas de salud de la población y afectación al medio ambiente y sus ecosistemas. Esta situación depende de diversos factores entre los que se encuentran las actividades económicas, la infraestructura de transporte y movilidad, el consumo de combustibles y las características fisiográficas de cada lugar.

Durante 2018 los combustibles más utilizados en la entidad fueron el combustible pesado 37.4%; gas natural 17.3%; gasolina 13.4%; diésel 10.3%; leña 5.7%; y coque de carbón 5.5%. El total del consumo energético se presentó en los siguientes sectores: industria 66.6%; transporte 23.5%; uso doméstico 9.2%; además de comercios y servicios 0.7%.

Aunado al consumo energético, existen otras fuentes de contaminación atmosférica como el uso de solventes, actividades agrícolas y ganaderas, así como emisiones naturales.

De lo anterior y haciendo un análisis de la información, nos permite observar la aportación que cada fuente tiene:

- **Fuentes de área (actividades agropecuarias, en casa habitación, comercios, servicios, entre otros):** contribuyen en forma importante en la emisión de partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros PM_{10} y $PM_{2.5}$, en un 67.6% y 59.3%, respectivamente, así como el aporte en la emisión de amoníaco NH_3 con 98.2%; metano CH_4 con el 99.2% y carbono negro CN con 57.2%. De esta fuente destacan las emisiones provenientes de combustión doméstica, plantas de aguas residuales, rellenos sanitarios, actividades agropecuarias y la resuspensión de partículas por el paso de vehículos en caminos pavimentados y no pavimentados.
- **Fuentes fijas (industria):** el contaminante que más se emite es el dióxido de azufre SO_2 , contribuyendo con 99.3%. También tienen emisiones importantes entre 19% y 28% del total de PM_{10} , $PM_{2.5}$, óxidos de nitrógeno NOx y carbono negro CN. Los principales sectores industriales que contribuyen con la mayor cantidad de emisiones son: la generación de energía eléctrica, petróleo y petroquímica, cemento, cal, bancos de materiales pétreos y también de forma local para algunos municipios la fabricación de ladrillos.
- **Fuentes móviles:** que circulan por carreteras (vehículos automotores): emiten principalmente monóxido de carbono CO en 47.5%, 29.3% de NOx y 19.8% de CN.

- **Fuentes naturales:** contribuyen con 63.4% de los compuestos orgánicos volátiles COV que se generan en la entidad, los cuales provienen de las emisiones biogénicas.

Es importante destacar las emisiones generadas en los municipios de Atitalaquia y Tula de Allende por su actividad industrial, así como Atotonilco de Tula por aguas residuales y la actividad industrial del cemento, que en conjunto aportan el mayor porcentaje del total emitido en la Cuenca Atmosférica de Tula.

En la **Cuenca Atmosférica de Pachuca**, sobresalen los municipios de Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma y Tizayuca, por sus emisiones de fuentes móviles, seguidas de la industria y algunas categorías de fuentes de área como rellenos sanitarios, combustión doméstica y actividades agrícolas.

En la **Cuenca Atmosférica de Tulancingo**, las emisiones son menores que en las otras dos cuencas y prácticamente todas se concentran en el municipio de Tulancingo de Bravo, destacando emisiones de fuentes de área (combustión doméstica, caminos pavimentados y no pavimentados, actividades agropecuarias, rellenos sanitarios de mayor relevancia) y móviles.

La evaluación de calidad del aire realizada durante el periodo de 2016 a 2020, con base en los registros de las estaciones del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo, muestran excedencias respecto a lo indicado en las Normas Oficiales Mexicanas de salud, en cuanto a los contaminantes PM₁₀, PM_{2.5}, O₃ y SO₂. En lo que refiere a los resultados de la evaluación de impactos y valoración económica asociada a los casos evitables de mortalidad, realizada en los municipios de la región Tula-Tepeji, muestran que si se cumpliera con la Norma Oficial Mexicana de Salud (NOM-025-SSA1-2014) referente a partículas suspendidas, se podrían evitar 39 casos de mortalidad por enfermedades cardiovasculares. Se considera que la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y de cáncer

de pulmón implica un gasto estimado de 11,192 millones de pesos.

Ante el actual panorama y retos ambientales que afronta el estado, se determinó actualizar el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire ProAire, haciendo uso de los mejores elementos técnicos disponibles para establecer estrategias, medidas y acciones a corto, mediano y largo plazo, con la finalidad de revertir las tendencias del deterioro de calidad del aire, con la participación y compromiso de los diferentes niveles de Gobierno, iniciativa privada, academia y sociedad organizada.

La actualización del ProAire considera los resultados del diagnóstico en cinco temas principales: Diagnóstico del estado de Hidalgo, Calidad del Aire, Inventario de Emisiones, Impactos a la Salud, Comunicación y Educación Ambiental, así como las medidas y acciones que permitan la Prevención, Control y Mitigación de la emisión de contaminantes a la atmósfera.

Para la generación de las medidas en comunicación y educación, se realizó una Encuesta de Percepción de Calidad del Aire en 16 municipios de la entidad que están identificados como los de mayor aporte de emisiones contaminantes. Los resultados indicaron que la percepción de la población sobre la calidad del aire la califica entre buena y regular, lo que nos revela que la población desconoce el grado del deterioro en la calidad del aire.

Las medidas y acciones de las líneas estratégicas obtenidas, fueron el resultado de relacionar la comunicación, educación en materia de calidad del aire, así como las discusiones y acuerdos los análisis de calidad del aire, inventario alcanzados en las mesas de trabajo. de emisiones, impacto a la salud, grado de

Las medidas establecidas son las siguientes:	
Estrategia 1. Reducción de emisiones de fuentes fijas.	
Medida 1.	Reducción y control de emisiones de contaminantes al aire en la Central Termoeléctrica "Francisco Pérez Ríos" de Tula de Allende, Hidalgo.
Medida 2.	Aprovechamiento de residuales en la Refinería "Miguel Hidalgo".
Medida 3.	Reducción y control de emisiones de la industria cementera.
Medida 4.	Reducción y control de emisiones de la industria calera.
Medida 5.	Fortalecimiento de la regulación industrial estatal.
Medida 6.	Fortalecimiento de la regulación de las actividades en bancos de materiales pétreos.
Medida 7.	Apoyo al sector ladrillero con la implementación de nuevas tecnologías y alternativas de producción.
Estrategia 2. Reducción de emisiones de fuentes móviles.	
Medida 8.	Fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio, PVVO.
Medida 9.	Fomento a la movilidad integral en el estado de Hidalgo.
Estrategia 3. Reducción de emisiones de fuentes de área.	
Medida 10.	Fortalecimiento del Programa de ecotecnologías para la reducción del consumo de combustibles fósiles en el sector residencial.
Medida 11.	Control de emisiones de material particulado en suelos y caminos sin recubrimiento.
Medida 12.	Reducción de las emisiones generadas por quemas agrícolas.
Medida 13.	Reducción de las emisiones generadas por incendios forestales.
Medida 14.	Reducción y control de las emisiones generadas por el manejo de residuos.
Medida 15.	Reducción y control de las emisiones generadas por el tratamiento de aguas residuales.
Estrategia 4. Protección a la salud.	
Medida 16.	Prevención y protección de la salud de la población expuesta a mala calidad del aire.
Estrategia 5. Comunicación y educación ambiental.	
Medida 17.	Fortalecimiento de las acciones de educación ambiental en el tema de calidad del aire.
Medida 18.	Difusión permanente de las acciones en materia de calidad del aire.
Estrategia 6. Fortalecimiento institucional.	
Medida 19.	Fortalecimiento del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo, SIMAEH.
Medida 20.	Actualización del inventario de emisiones.



INTRODUCCIÓN

La ubicación del estado lo coloca en una zona estratégica. Hidalgo alberga corredores industriales esenciales para el desarrollo económico del país. Forma parte de la Megalópolis junto con la Ciudad de México, Estado de México, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala.

En la entidad destacan las actividades económicas relacionadas con los comercios y servicios 62.6%, el sector industrial 33.3% y la agricultura, ganadería y pesca 4.1%. Hidalgo tiene una importante relevancia por la generación de energía eléctrica y refinación de petróleo y en general por el sector industrial que se ubica principalmente en el sur del estado, donde se concentra también la mayor parte de la población.

La dinámica poblacional, económica e industrial presente en Hidalgo, ha ocasionado que se utilicen cantidades importantes de combustibles, principalmente de origen fósil, para satisfacer la demanda de servicios de la población y la industria, lo que ha traído como consecuencia el deterioro de la calidad del aire.

Ante los retos ambientales que se afrontan en el estado, se determinó actualizar el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire ProAire, para establecer estrategias, medidas y acciones a corto, mediano y largo plazo, con el objetivo de mejorar la calidad del aire.

Cabe señalar que actualmente Hidalgo cuenta con un ProAire 2016-2024, realizado con información del inventario de emisiones 2011, por lo que esta actualización cuenta con las bases técnicas sólidas de los inventarios de emisiones año base 2016 y 2018, lo que le da una mayor certidumbre para enfrentar la problemática actual.

Adicionalmente, se considera un análisis de impacto a la salud de la población, así como la reestructuración de medidas, que fueron evaluadas en mesas de trabajo con los diferentes actores involucrados, como los distintos niveles de Gobierno, la industria, la academia y la sociedad civil organizada.

El ProAire de Hidalgo 2021–2030 está integrado por seis capítulos, los cuales se describen a continuación:

CAPÍTULO 1

Diagnóstico ambiental del estado de Hidalgo. Se establecen en forma general las características fisiográficas y socioeconómicas de la entidad, considerando información de las tres Cuencas Atmosféricas en la entidad: Pachuca, Tula y Tulancingo.

CAPÍTULO 2

Diagnóstico de calidad del aire. Se presenta el análisis de calidad del aire, a través de los registros recopilados durante 2016 al 2020 por el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo, SIMAEH.

CAPÍTULO 3

Inventario de emisiones. Se muestra el análisis de los resultados de los inventarios de emisiones contaminantes a la atmósfera, año base 2016 y 2018; respecto al inventario 2018 los resultados se presentan por tipo de fuente, categorías, tipo de contaminante, municipio y por Cuenca Atmosférica. Se priorizan las fuentes de emisión de acuerdo a su contribución a la emisión de contaminantes.

CAPÍTULO 4

Impacto a la salud. Presenta los resultados de la evaluación de los impactos en la salud, así como la valoración económica asociada a los casos evitables de mortalidad.



CAPÍTULO 5

Comunicación y educación. Muestra las herramientas en materia de difusión que la SEMARNATH ha instrumentado para que la ciudadanía conozca los niveles de contaminación atmosférica en su localidad. También se presentan los programas que SEMARNATH conjuntamente con la Secretaría de Educación Pública del estado han realizado en materia de calidad del aire.

CAPÍTULO 6

Estrategias y medidas. Se presentan las medidas y sus acciones para las diferentes fuentes emisoras (fijas, área y móviles) y ejes transversales (educación y comunicación, impacto a la salud y fortalecimiento institucional). Estas medidas son los acuerdos y compromisos establecidos entre los diversos representantes de las fuentes emisoras, las autoridades que regulan a las mismas, así como los representantes de las diferentes dependencias e instituciones relacionadas con los temas de los ejes transversales.

Las medidas han sido generadas con el objetivo principal de disminuir y/o controlar las emisiones, de cuidar la salud de la población y mantenerla informada en materia de calidad del aire.



CAPÍTULO 1

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DEL ESTADO DE HIDALGO

1.1. CARACTERÍSTICAS FISIográfICAS

El estado de Hidalgo se integra por 84 municipios (figura 1.1), los más importantes por su número de habitantes y actividad económica son Pachuca de Soto (capital de la entidad), Mineral de la Reforma, Tulancingo de Bravo, Tizayuca, Huejutla de Reyes y Tula de Allende.

Hidalgo tiene una superficie de 20,905 kilómetros cuadrados, la que representa el 1.1% del total nacional, se localiza en la zona centro del país en donde comparte límites geográficos con San Luis Potosí, Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Estado de México y Querétaro.

Hidalgo tiene una ubicación geográfica estratégica formando parte de la Megalópolis, permitiendo ventajas en diversos aspectos como el económico y de comunicación, lo que conlleva al incremento de la concentración poblacional, vehicular e industrial.

Figura 1.1. División política municipal del estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI.

TOPOGRAFÍA

El estado tiene grandes variaciones de altitud, más del 65% del territorio está por encima de los 1,700 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2017).

Si pudiéramos cortar a Hidalgo de norte a sur, nos daríamos cuenta de tres niveles. En el primero encontramos un clima cálido, aunque la extensión es pequeña, con una elevación de unos cuantos metros sobre el nivel del mar.

En el segundo nivel, que es el más extenso, presenta una elevación hasta de 800 metros sobre el nivel del mar, y el último nivel, es el más poblado de los tres, aunque no es tan extenso como el anterior, con altitudes mayores a los dos mil metros.

Según especialistas, los nombres de estos niveles o regiones son la Planicie Costera del Golfo, la más baja; Sierra Madre Oriental, la de en medio; y el Altiplano Meridional, la de arriba. Ninguna de las tres es propia ni exclusiva de Hidalgo.



USO DE SUELO

Con relación al uso de suelo, predomina la superficie destinada a la agricultura con 45.4%, seguida por el área boscosa con 27%, el matorral 11.2%, los pastizales 10.8% y la selva 5.5%, (INEGI, 2017). La superficie de cultivo es importante en la emisión de contaminantes, principalmente por material particulado PM_{10} durante los procesos de preparación de la tierra para la siembra y la cosecha, además de amoniaco NH_3 y compuestos orgánicos volátiles COV por el uso de plaguicidas y fertilizantes.

1.2. METEOROLOGÍA

En el estado de Hidalgo se presenta una temperatura anual media de 16 °C. La temperatura mínima se da en enero con un promedio de 4 °C y la máxima en abril y mayo con un promedio de 27 °C. Por ejemplo, en la región de Pachuca de Soto se tiene un clima templado seco, con un promedio anual de 15 grados centígrados.

El viento depende en gran medida de la topografía local, en la entidad se tienen variaciones estacionales importantes. Los vientos más fuertes son durante los meses de marzo a septiembre, con velocidades promedio de más de 13 kilómetros por hora, mientras que las velocidades menores de viento son de septiembre a marzo, con una velocidad de 11 kilómetros por hora. La zona de Pachuca de Soto se caracteriza por fuertes vientos que soplan del noreste durante prácticamente todo el año.

Con relación a la precipitación pluvial, presenta su mayor intensidad durante el periodo de junio a septiembre, con una media estatal de 800 mm anuales. El periodo del año sin lluvia es de 1.7 meses de noviembre a enero.

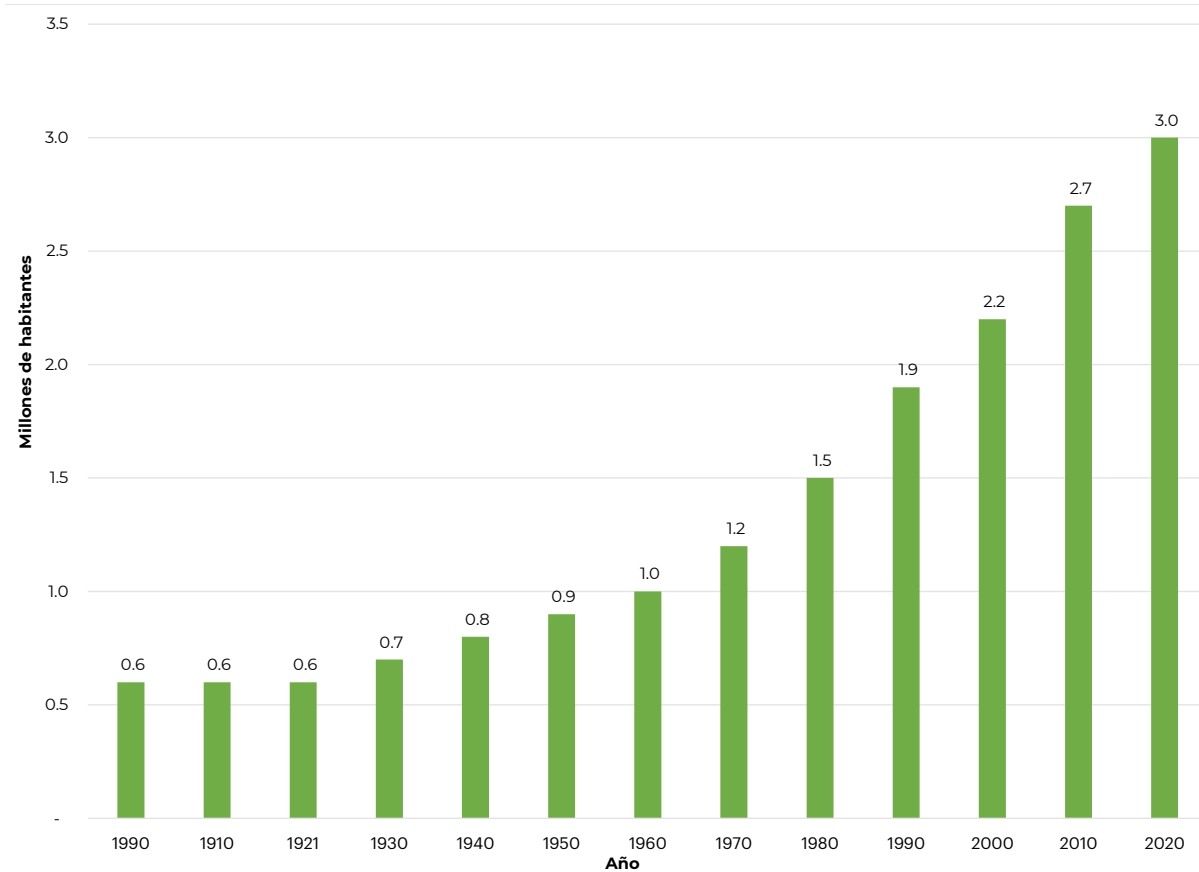


1.3. DESARROLLO SOCIOECONÓMICO

El número de habitantes en el estado de Hidalgo durante el periodo de 1900 a 1921 se mantuvo constante; sin embargo, a partir de 1930 a 1980 el total de la población prácticamente se duplicó, teniendo un crecimiento constante a 2020 (figura 1.2.), hasta alcanzar una población de 3,082,841 habitantes en este último año, lo que representó el 2.4% del total nacional (INEGI, 2021). La densidad poblacional del estado de Hidalgo en 2020 fue de 148 personas por kilómetro cuadrado, ubicándose en 9.º lugar a nivel nacional. La densidad poblacional nacional promedio en ese mismo año fue de 64 personas por kilómetro cuadrado.

Con relación a la actividad económica, la aportación económica al producto interno bruto PIB estatal por sector es el siguiente: 62.6% actividades terciarias relacionadas con los comercios y servicios; 33.3% de actividades secundarias relacionadas con el sector industrial y 4.1% por actividades primarias representadas por la agricultura, ganadería y pesca (INEGI, 2021). A nivel nacional, la entidad contribuye con 1.6% de PIB, ocupando el lugar 19.

Figura 1.2. Tendencias de crecimiento poblacional en el estado de Hidalgo.



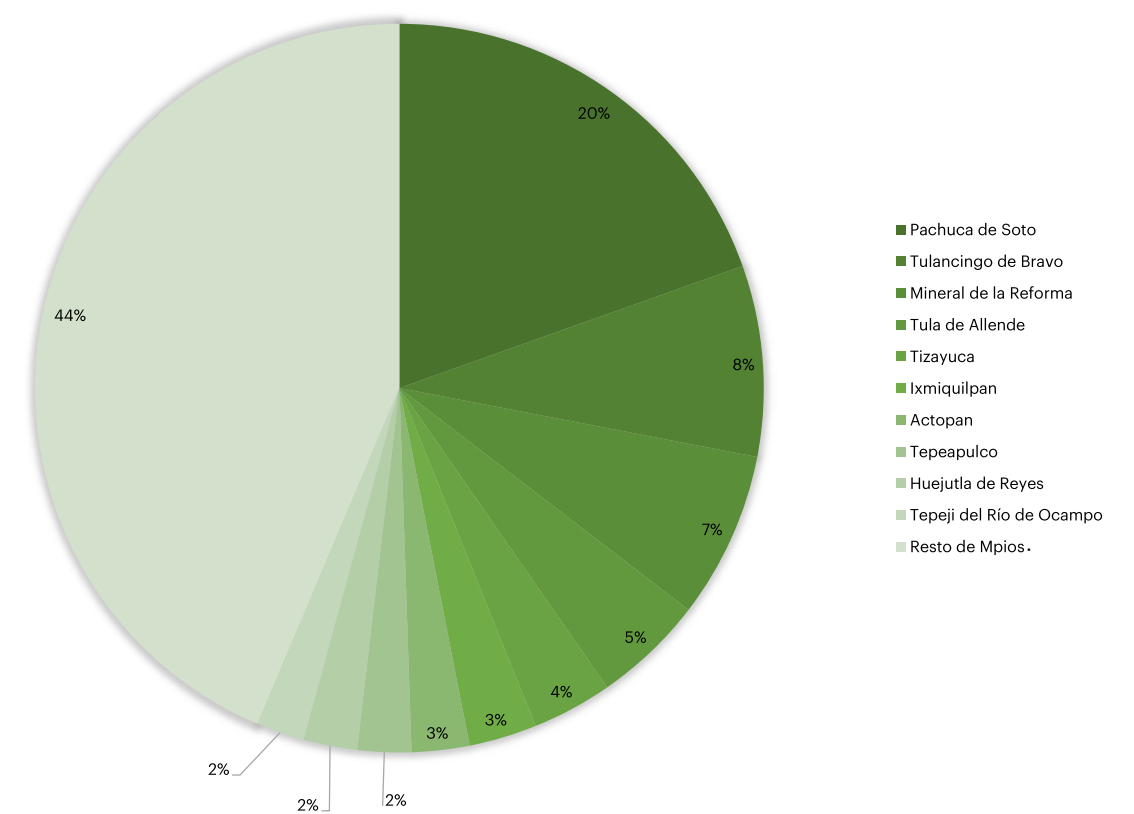
Fuente: Elaboración propia con información de INEGI, 2021.

SECTOR TRANSPORTE

El sector transporte es clave en el consumo energético en una ciudad, por lo que se convierte en parte fundamental al momento de implementar estrategias de control para reducir la emisión de contaminantes atmosféricos.

En la figura 1.3. se muestra la distribución de la flota vehicular en la entidad, donde destaca que el 20% de los vehículos automotores se encuentran registrados en Pachuca de Soto, el 8% en Tulancingo de Bravo, 7% en Mineral de la Reforma, 5% en Tula de Allende y 4% en Tizayuca.

Figura 1.3. Padrón vehicular del estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNATH.

Los vehículos automotores a gasolina contribuyen principalmente, con la emisión de Compuestos Orgánicos Volátiles, COV y óxidos de nitrógeno NOx, los cuales son precursores de la formación de ozono O₃, mientras que los vehículos a diésel emiten también óxidos de nitrógeno y partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros PM₁₀ y PM_{2.5}. La exposición a altas concentraciones de ozono como de partículas es causa de enfermedades respiratorias, por lo que es importante su control.

Es relevante mencionar que la entidad tiene el Programa de Verificación Vehicular Obligatorio, PVVO. Se cuenta con 53 centros de verificación vehicular distribuidos en 22 municipios. Con base a los registros del PVVO en el 2018, se obtuvo que aproximadamente el 30% de la flota vehicular verifica, este porcentaje se ha mantenido en promedio en los últimos años.

Cuadro 1.1. Principales parques y/o zonas industriales en el estado de Hidalgo.	
Parque o zona industrial	Municipio
Parque industrial de Tula	Tula de Allende
Parque industrial Las Américas	
Parque industrial de Atitalaquia	Atitalaquia
Parque industrial de QUMA	Atotonilco de Tula
Parque industrial Tepeji del Río	Tepeji del Río de Ocampo
Parque industrial Tizayuca	Tizayuca
Parque industrial CANACINTRA	Mineral de la Reforma
Parque industrial Metropolitano	
Parque industrial PLATAH	Villa de Tezontepec
Zona industrial Ciudad Sahagún	Tepeapulco

Fuente: Elaboración propia a partir de información de INEGI, DENUE 2021.

SECTOR INDUSTRIAL

En Hidalgo se encuentran establecidos varios parques y zonas industriales, en los cuales se albergan más de 250 establecimientos (INEGI, DENUE 2021). Los principales parques industriales identificados en Hidalgo son los siguientes:

Atitalaquia, Tepeji del Río de Ocampo y Atotonilco de Tula, en donde se encuentra la mayor cantidad de industria de sectores de jurisdicción federal en materia de atmósfera, como son: generación de energía eléctrica, cemento, cal, petróleo y petroquímica, automotriz, metalúrgica (SEMARNATH, 2021).

En la figura 1.4 se visualiza la distribución de la industria como fuentes fijas, destacando su presencia en los municipios de Tula de Allende,

Figura 1.4. Distribución de industrias en el estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNATH del estado de Hidalgo.

También es de importancia la industria localizada en Tizayuca, Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma, Tulancingo de Bravo y Tepeapulco. En estos municipios el tipo de industria que predomina es de jurisdicción estatal, con sectores de alimentos y bebidas, extracción/beneficio de minerales no metálicos, industria metálica, textil, entre otros (SEMARNATH, 2021).

1.4. CUENCAS ATMOSFÉRICAS EN EL ESTADO DE HIDALGO

Las Cuencas Atmosféricas son espacios geográficos total o parcialmente delimitados por ambientes topográficos y otras condiciones semejantes como las meteorológicas y climáticas,

lo que permite entender de una forma integral los fenómenos de transporte y su relación con otras cuencas atmosféricas.

Respecto a las Cuencas Atmosféricas en el estado de Hidalgo, se han identificado tres: Tula, Pachuca y Tulancingo (figura 1.5.), las cuales han sido delimitadas tomando en cuenta la definición de zonas metropolitanas del Consejo Nacional de Población CONAPO, así como la actividad industrial, clima, variables meteorológicas y zonas montañosas que pudieran definir el movimiento de los vientos.

Figura 1.5. Cuencas Atmosféricas del estado de Hidalgo.



Fuente: PROAIRE del estado de Hidalgo 2016-2024.

CUENCA ATMOSFÉRICA DE TULA

La Cuenca Atmosférica de Tula está formada por 12 municipios; se localiza al suroeste de Hidalgo en una superficie de 1,730 km² y alberga una población de 514,845 habitantes (cuadro 1.2.) que representan 16.70% de la población estatal (INEGI, 2021). En esta cuenca se encuentra uno de los corredores industriales más importantes del país, atribuido a la generación de energía.

Entre las industrias más significativas se pueden mencionar: la Refinería "Miguel Hidalgo" de Petróleos Mexicanos PEMEX y la Termoeléctrica "Francisco Pérez Ríos" de la Comisión Federal de Electricidad,

CFE, además de la industria química, cemento, cal, metalúrgica, metalmecánica, entre otras.

En esta cuenca también se localiza la presa Endhó, la cual recibe las aguas residuales provenientes del Valle de México.

La Cuenca Atmosférica de Tula se ubica en el Valle del Mezquital y se divide a la mitad por la serranía de San Miguel que se ramifica a su vez en diferentes desniveles: al norte, el Valle de Ixmiquilpan; al sur, el Valle de Actopan; al Noroeste, una llanura que comprende la parte septentrional de los municipios de Ixmiquilpan y Cardonal.

Cuadro 1.2. Municipios de la Cuenca Atmosférica de Tula.

Municipio	Población	Superficie (km²)
Atitalaquia	31,525	64
Atotonilco de Tula	62,470	121
Chilcuautla	18,909	223
Mixquiahuala de Juárez	47,222	115
Progreso de Obregón	23,641	91
Tepeji del Río de Ocampo	90,546	353
Tepetitlán	10,830	148
Tetepango	11,768	45
Tezontepec de Aldama	55,134	163
Tlahuelilpan	19,067	29
Tlaxcoapan	28,626	42
Tula de Allende	115,107	336
Total	514,845	1,730

Fuente: INEGI, 2021.

CUENCA ATMOSFÉRICA DE PACHUCA

La Cuenca Atmosférica de Pachuca se ubica entre la cuenca de Tula y Tulancingo, está formada por 12 municipios (cuadro 1.3.), con una extensión territorial de 2,191 km² y concentra 29.18% de la población hidalguense con 899,428 habitantes (INEGI, 2021), siendo la Cuenca Atmosférica más poblada de la entidad. En la Cuenca Atmosférica de Pachuca, 34.95% de la población se concentra en el municipio de Pachuca de Soto, mientras que 18.71% se ubica en el municipio de Tizayuca.

Las principales actividades económicas de la Cuenca Atmosférica de Pachuca están relacionadas con los comercios y servicios, principalmente en los ramos de alimentos y educación.

La Cuenca Atmosférica de Pachuca está formada fisiográficamente por zonas montañosas y lomeríos. Al noroeste y suroeste llanuras que se extienden desde la porción central hacia el sur de Pachuca de Soto.

Cuadro 1.3. Municipios de la Cuenca Atmosférica de Pachuca.

Municipio	Población	Superficie (km²)
Ajacuba	18,872	253
Epazoyucan	16,285	139
Mineral de la Reforma	202,749	106
Pachuca de Soto	314,331	164
San Agustín Tlaxiaca	38,891	302
Singuilucan	15,142	420
Tizayuca	168,302	77
Tlanalapa	11,113	83
Tolcayuca	21,362	118
Villa de Tezontepec	13,032	92
Zapotlán de Juárez	21,443	117
Zempoala	57,906	320
Total	899,428	2,191

Fuente: INEGI, 2021.

CUENCA ATMOSFÉRICA DE TULANCINGO

La Cuenca Atmosférica de Tulancingo se localiza al sureste del estado y colinda al oeste con la Cuenca Atmosférica de Pachuca. Está integrada por 5 municipios que en conjunto tienen una superficie de 1,061 km² y una población de 303,697 habitantes (cuadro 1.4.), lo que representa 9.85% de la población estatal (INEGI, 2021).

Las principales actividades económicas de la Cuenca Atmosférica de Tulancingo están relacionadas con la agricultura, ganadería, industria manufacturera (textil, alimentos, cuero e industria de la madera), comercios y servicios.

La Cuenca Atmosférica de Tulancingo se ubica en el Eje Neovolcánico. Está formada principalmente por llanuras y en menor proporción por sierra, por lo que se presenta como una superficie semiplana, cortada por cañadas, barrancas, cerros y volcanes.

Cuadro 1.4. Municipios de la Cuenca Atmosférica de Tulancingo.

Municipio	Población	Superficie (km²)
Acatlán	22,268	242
Cuautepec de Hinojosa	60,421	146
Metepec	13,078	392
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	39,561	64
Tulancingo de Bravo	168,369	217
Total	303,697	1,061

Fuente: INEGI, 2021.



CAPÍTULO 2

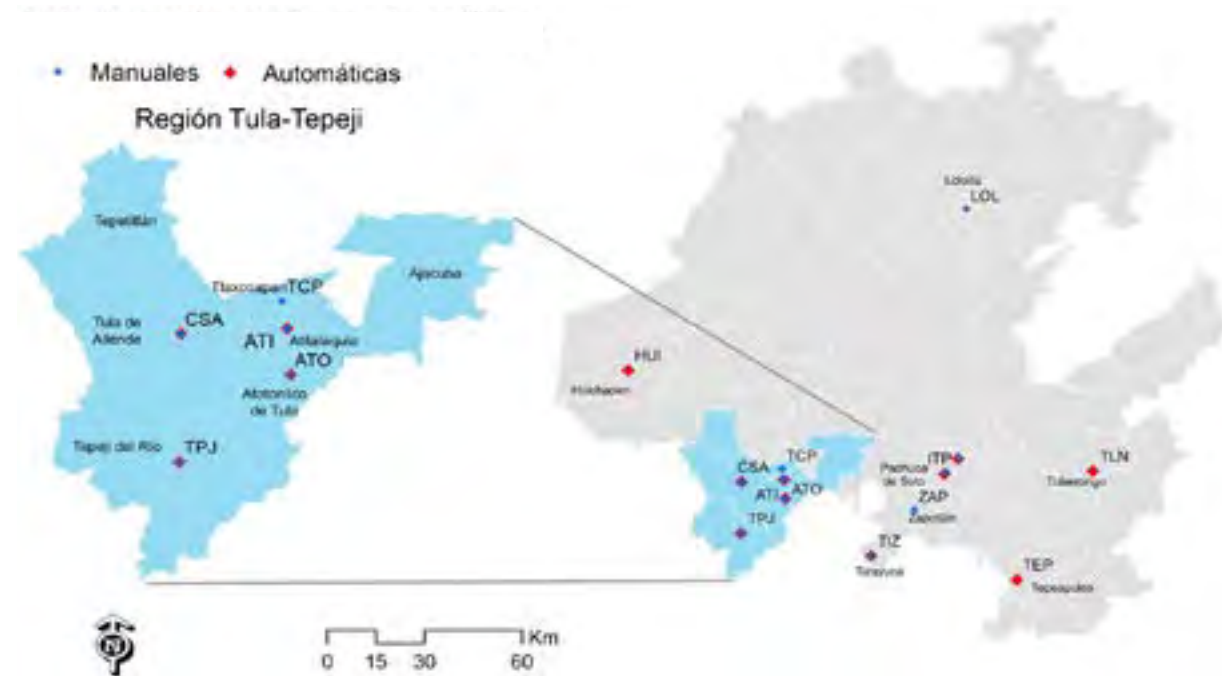
DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE

2.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO DEL ESTADO DE HIDALGO

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo, SEMARNATH, es la responsable de la operación del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo, SIMAEH; cuenta actualmente con estaciones de monitoreo en los municipios de: Pachuca de Soto, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río de Ocampo, Tlaxcoapan, Tizayuca, Lolotla, Tepeapulco, Huichapan, Zapotlán de Juárez y Tulancingo de Bravo.

En la figura 2.1. y el cuadro 2.1. se muestra la ubicación geográfica de las 20 estaciones de monitoreo automático y manual que conforman el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo.

Figura 2.1. Ubicación de las estaciones de monitoreo en el estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia con información del SIMAEH.

El cuadro 2.1. muestra los contaminantes que se miden en cada estación de monitoreo, su clave, coordenadas geográficas, tipo de equipo y el año en que cada una de ellas inició su operación. Las estaciones cuentan con equipo para medir partículas menores o iguales a 10 micras y 2.5 micrómetros PM₁₀ y PM_{2.5}, ozono O₃, dióxido de

azufre SO₂, dióxido de nitrógeno NO₂ y monóxido de carbono CO. De manera adicional se miden los parámetros meteorológicos: temperatura Temp., Humedad Relativa HR, Dirección del Viento DV, Velocidad del Viento VV y Presión Barométrica PB.

Cuadro 2.1. Estaciones y parámetros que conforman el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo.

Municipio	Estación	Clave	Coordenadas geográficas		Tipo de equipo	Año de inicio de operación	Contaminantes medidos						Parámetros meteorológicos							
			Latitud	Longitud			PM ₁₀	PM _{2.5}	O ₃	SO ₂	NO _x	CO	UVA	UVB	Temp	HR	DV	VV	PB	RS
Pachuca de Soto	Jardin del Maestro	JDN	20.120322	-98.739872	Automático	2010	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Museo del Rehilete	REH	20.077191	-98.778097	Automático	2011	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Casa de la Mujer Hidalguense	CMH	20.123356	-98.736741	Manual	2012	✓													
			20.123356	-98.736741	Manual	2016		✓												
Tula de Allende	Centro de Salud	CSA	20.053818	-99.340133	Automático	2006	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
			20.053786	-99.340159	Manual	2016	✓													
			20.053786	-99.340159	Manual	2016		✓												
Atitalaquia	Centro de Salud	ATI	20.06018	-99.222152	Automático	2009	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Atotonilco de Tula	Primaria Revolución	ATO	20.060122	-99.221974	Manual	2004		✓												
			20.006633	-99.218593	Automático	2011	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
			20.006629	-99.218652	Manual	2015		✓												
Tepeji del Río de Ocampo	Primaria Melchor Ocampo	TPJ	19.906096	-99.341702	Automático	2010	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			19.906085	-99.341604	Manual	2004		✓												
Tlaxcoapan	Centro de Salud	TCP	20.091757	-99.228025	Manual	2004	✓													
Tizayuca	Biblioteca	TIZ	19.840517	-98.98126	Automático	2010	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
			19.840715	-98.98099	Manual	2012	✓													
			19.840705	-98.980955	Manual	2016		✓												
Lolotla	Presidencia Municipal	LOL	20.841113	-98.717052	Manual	2012		✓												
Tepeapulco	Bomberos	TEP	19.771692	-98.577539	Automático	2014	✓		✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Huichapan	Hospital	HUI	20.375104	-99.654448	Automático	2014	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zapotlán de Juárez	Palacio Municipal	ZAP	19.973984	-98.861964	Manual	2014	✓													
Tulancingo de Bravo	DIF municipal	TLN	20.085231	-98.366539	Automático	2015	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia con información del SIMAEH.



2.2. NORMAS OFICIALES MEXICANAS VIGENTES

Existen Normas Oficiales Mexicanas, NOM de salud en materia de calidad del aire, las cuales establecen los Límites Máximos Permisibles, LMP para proteger a la población.

El cuadro 2.2. muestra las especificaciones técnicas vigentes hasta la elaboración del presente ProAire de las NOM con las que se realizó la evaluación del cumplimiento de los límites de las PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, SO₂, NO₂ y CO.

Cuadro 2.2. Especificaciones técnicas de las Normas Oficiales Mexicanas vigentes.						
Contaminante	Dato base utilizado para la evaluación	Exposición	Frecuencia Tolerada	Valor límite Indicador con el que se evalúa	Criterio de suficiencia anual	Norma Oficial Mexicana
Partículas PM ₁₀	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	75 µg/m³ Máximo	Por lo menos tres trimestres con al menos 75% de los promedios de 24 h válidas (DOF, 2014)	NOM-025-SSAI-2014 (DOF, 2005)
		Crónica	---	40 µg/m³ Promedio anual		
Partículas PM _{2.5}	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	45 µg/m³ Máximo		
		Crónica	---	12 µg/m³ Promedio anual		
Ozono (O ₃)	Dato horario	Aguda	No se permite	0.095 ppm Máximo	Al menos 75% de los datos horarios ^a	NOM-020-SSAI-2014 (DOF, 2014)
	Promedios móviles de 8 horas		No se permite	0.070 ppm Máximo	Al menos 75% de los máximos diarias de los promedios móviles de 8 h (DOF, 2014)	
Dióxido de azufre (SO ₂)	Dato horario	Aguda	1% de veces al año	0.075 ppm Promedio aritmético de 3 años consecutivos de los percentiles 99 anuales	Al menos 75% de los datos diarios por trimestre de tres años consecutivos	NOM-022-SSAI-2019 (DOF, 2019) ^d
	Promedio 24 horas	Aguda	No se permite	0.04 ppm Máximo de tres años consecutivos	Al menos 75% de los promedios de 24 horas	
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	Dato horario	Aguda	1 vez al año	0.210 ppm Segundo máximo	Al menos 75% de los datos horarios	NOM-023-SSAI-1993(DOF, 1994) ^c
Monóxido de carbono (CO)	Promedio móvil de 8 horas	Aguda	1 vez al año	11 ppm Segundo máximo ^b	Al menos 75% de los promedios móviles de 8 horas	NOM-021-SSAI-1993 (DOF, 1994) ^c

NOTA: La NOM-020-SSAI-2014 para O₃, la NOM-021-SSAI-1993 para CO, la NOM-023-SSAI-1993 para NO₂, la NOM-025-SSAI-2014 para PM₁₀ y PM_{2.5} fueron actualizadas en el 2021, estas entraron en vigor en el mes de diciembre del mismo año. Para el presente estudio no se han aplicado las normas de entrada en vigor 2021, ya que los años analizados son anteriores a la entrada en vigor de estas. Sin embargo, la actualización de la normas tuvo como objetivo establecer límites máximos permisibles más estrictos (ver Anexo E) para beneficio de la salud de la población.

NOM-025-SSAI-2014. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSAI-2014, Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente y criterios para su evaluación.
NOM-020-SSAI-2014. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSAI-2014. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente y criterios para su evaluación.
NOM-021-SSAI-1993. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-021-SSAI-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO).
NOM-022-SSAI-2019. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-022-SSAI-2019. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO₂).
NOM-023-SSAI-1993. DOF, NORMA Oficial Mexicana NOM-023-SSAI-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂).

a) En el caso del dato horario del ozono en el numeral 4.3.1.1 de la NOM se especifica que aún en el caso en el que no se cumpla el criterio del 75% de los valores horarios, se incumplirá la norma cuando al menos uno de los valores horarios sea mayor a 0.110 ppm.
b) Calculado sin traslape de información con el que se obtuvo el máximo.
c) En estas NOM no se especifica cómo realizar el manejo de datos y tampoco criterios de suficiencia de información, pero en congruencia con las especificaciones de las NOM de Partículas y Ozono se aplica, en la agregación de cada dato, el criterio de 75% de suficiencia de información para obtener los indicadores.
d) En esta NOM la evaluación de los límites se realiza para tres años consecutivos. Los criterios de suficiencia de información en el cuadro son los más estrictos.

Fuente: Elaboración propia a partir de la normatividad vigente.

2.3. INDICADORES DE CALIDAD DEL AIRE

El principal propósito de la gestión de la calidad del aire es proteger la salud de la población, lo que es posible mediante la evaluación continua de los contaminantes, que son medidos mediante las estaciones que conforman el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo, SIMAEH, con lo que se infiere a qué concentraciones está siendo expuesta la población.

En este apartado se muestran los indicadores de calidad del aire para el periodo 2016 a 2020 de las estaciones que conforman el SIMAEH. Estos indicadores son para partículas menores o iguales a 10 y 2.5 micrómetros PM₁₀, PM_{2.5}, ozono O₃, dióxido de nitrógeno NO₂ y monóxido de carbono CO.

De acuerdo a los lineamientos establecidos por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC cada indicador se generó una vez verificados los perfiles de los contaminantes y su cumplimiento con los criterios de compleción de datos del 75% (por ejemplo, en los cálculos de los promedios móviles de 8 horas, promedio de 24 horas, máximo diario, etc.). Los lineamientos para la construcción de los indicadores de calidad del aire se reportan en los Informes Nacionales de Calidad del Aire publicados por el INECC. Los indicadores que evalúan el estado de la calidad del aire con respecto a las Normas Oficiales Mexicanas NOM son los siguientes:

A) Evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire.

Se evalúa el cumplimiento de las NOM correspondientes para PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, SO₂, NO₂ y CO. Es importante mencionar que sólo en el caso de los límites de la NOM-022-SSAI-2019 de SO₂, que recientemente



entró en vigor (febrero de 2020), la evaluación del cumplimiento de la NOM para el último año se realizó de acuerdo con las especificaciones de la misma en los tres últimos años, esto es en el periodo 2018-2020. Para el periodo 2016 a 2019 la evaluación de SO₂ se realizó con la NOM-022-SSA1-2010 vigente para ese periodo de años.

B) Distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos.

En cada uno de los municipios se evaluó este indicador de acuerdo con el criterio de compleción de al menos el 75% de datos en cada día y datos disponibles de 2016 a 2020.

Se definió la calidad de aire de cada día a partir del dato diario obtenido, de acuerdo con los intervalos de concentración definidos en la NOM-172-SEMARNAT-2019. Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud en su numeral 5.3, y a los criterios especificados en el capítulo de Metodología del Informe Nacional de Calidad del Aire 2019, México INECC, 2020.

Se utilizan gráficas de barras que representan cada uno de los años de cada una de las estaciones. El color, el calificativo de calidad del aire y los intervalos de concentración por contaminante se definen de acuerdo con el cuadro 2.3.

Cuadro 2.3. Índice Aire y Salud: calidad del aire, intervalos y colores de acuerdo a rango de concentración por contaminante.								
Color	Calidad del aire	PM ₁₀ µg/m³	PM _{2.5} µg/m³	O ₃ 1 hora ppm	O ₃ 8 horas ppm	SO ₂ ppm	NO ₂ ppm	CO ppm
Verde	Buena	0-50	0-25	0.0-0.051	0.0-0.051	0.0-0.008	0.0-0.107	0.0-8.75
Amarillo	Aceptable	>50-75	>25-45	>0.051-0.095	>0.051-0.070	>0.008-0.110	>0.107-0.210	>8.75-11.00
Naranja	Mala	>75-155	>45-79	>0.095-0.135	>0.070-0.092	>0.110-0.165	>0.210-0.230	>11.00-13.30
Rojo	Muy mala	>155-235	>79-147	>0.135-0.175	>0.092-0.114	>0.165-0.220	>0.230-0.250	>13.30-15.50
Morado	Extremadamente mala	>235	>147	>0.175	>0.114	>0.220	>0.250	>15.50

Fuente: Información de la NOM-172-SEMARNAT-2019, Lineamientos para la obtención y comunicación del Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud.

En el caso del ozono que tiene dos límites agudos, se califica el día en acuerdo con el intervalo que represente la peor condición. Es oportuno señalar que en la NOM-172-SEMARNAT-2019 la categoría de Calidad del Aire y Riesgo a la Salud para partículas suspendidas, en cada hora del día, toma como base un promedio ponderado de 12 horas, en tanto que en este indicador se usa un promedio de 24 horas para determinar la calidad del aire.

C) Horas y días por arriba del límite de 1 hora de SO2 de la norma vigente a partir de febrero de 2020.

Debido a que el límite máximo permisible para 24 horas de la NOM de SO₂ publicada en 2010 es muy amplio y no se puede identificar la magnitud del problema del SO₂, se ha propuesto realizar el indicador horas y días por arriba del límite de 1 hora de SO₂ para la NOM vigente a partir de 2020.

Se utilizan gráficas de barras para ilustrar el comportamiento del SO₂.

D) Comportamiento durante las horas del día, los días de la semana y los meses del año.

- Comportamiento mensual.
- Comportamiento diario.
- Comportamiento horario.

Los indicadores de los días de la semana y los meses del año se generaron a partir de los datos diarios de cada contaminante, esto es: para PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂ de los promedios de 24 horas, para O₃ y NO₂ de los máximos de las 24 horas y para el CO de los máximos diarios de los promedios móviles de 8 horas.

2.3.1. EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LAS NOM

Los cuadros 2.4. a 2.10. muestran la evaluación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de calidad del aire expedidas por la Secretaría de Salud por estación de monitoreo, en el periodo de 2016 a 2020 en Hidalgo. En estos cuadros se muestran en color rojo aquellos valores de los indicadores que incumplieron el valor límite especificado en las NOM para cada uno de los contaminantes.

Del cuadro 2.4. destacan los valores de incumplimiento de la NOM de PM₁₀ para todos los años evaluados y para sus dos condiciones de máximo en 24 horas y promedio anual de las estaciones de monitoreo ubicadas en Atitalaquia y Atotonilco de Tula, aunque prácticamente en todas las estaciones la NOM no se cumple.

Cuadro 2.4. Cumplimiento de las NOM-025-SSA1-2014 de PM ₁₀ en el estado de Hidalgo.																		
Municipio	Estación	Tipo	Conc. máxima de promedio de 24 horas	Conc. promedio anual	Cumple NOM	Conc. máxima de promedio de 24 horas	Conc. promedio anual	Cumple NOM	Conc. máxima de promedio de 24 horas	Conc. promedio anual	Cumple NOM	Conc. máxima de promedio de 24 horas	Conc. promedio anual	Cumple NOM	Conc. máxima de promedio de 24 horas	Conc. promedio anual	Cumple NOM	
			≤ 75 µg/m³	≤ 40 µg/m³		≤ 75 µg/m³	≤ 40 µg/m³		≤ 75 µg/m³	≤ 40 µg/m³		≤ 75 µg/m³	≤ 40 µg/m³		≤ 75 µg/m³	≤ 40 µg/m³		
			2016			2017			2018			2019			2020			
Pachuca de Soto	CMH	Man	85	25	No	47	22	Sí	54	21	Sí	DI	DI	DI	38	20	Sí	
	ITP	Man	104	28	No	106	32	No	59	27	Sí	DI	DI	DI	DI	DI	DI	
	JDN	Aut	89	32	No	91	36	No	86	37	No	91	32	No	92	27	No	
	REH	Aut	DI	DI	DI	DI	DI	DI	94	36	No	92	36	No	104	32	No	
Tula de Allende	CSA	Man	108	41	No	66	32	Sí	59	31	Sí	65	29	Sí	60	28	Sí	
Atitalaquia	ATI	Aut	173	75	No	123	59	No	118	63	No	158	64	No	124	52	No	
Atotonilco de Tula	ATO	Aut	DI	DI	DI	173	60	No	156	69	No	127	65	No	144	66	No	
Tepeji del Río de Ocampo	TPJ	Aut	127	41	No	115	42	No	79	49	No	69	31	Sí	69	32	Sí	
Tizayuca	TIZ	Man	80	40	No	141	44	No	75	37	Sí	85	41	No	68	35	Sí	
Tlaxcoapan	TCP	Man	84	32	No	DI	DI	DI	63	31	Sí	DI	DI	DI	73	31	Sí	
Tepeapulco	TEP	Aut	DI	DI	DI	FO	FO	FO	DI	DI	DI	123	39	No	DI	DI	DI	
Huichapan	HUI	Aut	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	62	31	Sí	DI	DI	DI	
Tepetitlán	TPT	Man	89	28	No	DI	DI	DI	DI	DI	DI	SM	SM	SM	SM	SM	SM	
Tulancingo de Bravo	TLN	Aut	54	21	Sí	57	24	Sí	85	28	No	82	31	No	62	28	Sí	

DI = Datos Insuficientes, SM = Sin Mediciones, Aut = Medición Automática, Man = Medición manual, FO = Fuera de Operación. CMH = Casa de la Mujer Hidalguense, ITP = Instituto Tecnológico de Pachuca, JDN = Jardín del Maestro, REH = Museo del Rehilete, CSA = Centro de Salud, ATI = Atitalaquia, ATO = Atotonilco, TPJ = Tepeji del Río, TIZ = Tizayuca, TCP = Tlaxcoapan, TEP = Tepeapulco, HUI = Huichapan, TPT = Tepetitlán, TLN = Tulancingo, ZAP = Zapotlán de Juárez.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

El incumplimiento de la NOM de PM_{2.5} se hace presente en las estaciones que comprenden el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo, SIMAEH (cuadro 2.5.).

Cuadro 2.5. Cumplimiento de las NOM-025-SSA1-2014 de PM _{2.5} en el estado de Hidalgo.																						
Municipio	Estación	Tipo	Conc. máxima de promedio de 24 horas	Conc. promedio anual	Cumple NOM	Conc. máxima de promedio de 24 horas	Conc. promedio anual	Cumple NOM	Conc. máxima de promedio de 24 horas	Conc. promedio anual	Cumple NOM	Conc. máxima de promedio de 24 horas	Conc. promedio anual	Cumple NOM	Conc. máxima de promedio de 24 horas	Conc. promedio anual	Cumple NOM					
			≤ 45 µg/m³	≤ 12 µg/m³		≤ 45 µg/m³	≤ 12 µg/m³		≤ 45 µg/m³	≤ 12 µg/m³		≤ 45 µg/m³	≤ 12 µg/m³		≤ 45 µg/m³	≤ 12 µg/m³						
			2016			2017			2018			2019			2020							
Pachuca de Soto	CMH	Man	DI	DI	DI	34	16	No	32	14	No	45	15	No	DI	DI	DI					
	JDN	Aut	53	12	No	43	13	No	DI	DI	DI	56	15	No	39	12	Sí					
	REH	Aut	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	38	12	Sí					
Tula de Allende	CSA	Man	DI	DI	DI	42	19	No	34	18	No	DI	DI	DI	36	18	No					
Atitalaquia	ATI	Aut	95	29	No	99	26	No	38	19	No	DI	DI	DI	48	24	No					
Atotonilco de Tula	ATO	Aut	106	31	No	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI					
Tepeji del Río de Ocampo	TPJ	Aut	76	24	No	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI					
Tizayuca	TIZ	Man	46	21	No	44	20	No	35	18	No	45	19	No	DI	DI	DI					
Huichapan	HUI	Aut	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI	DI					
Tulancingo de Bravo	TLN	Aut	35	13	No	35	13	No	DI	DI	DI	53	15	No	29	12	Sí					
Lolotla	LOL	Man	38	15	No	41	13	No	DI	DI	DI	DI	DI	Sí	DI	DI	DI					

DI = Datos Insuficientes, SM = Sin Mediciones, Aut = Medición automática, Man = Medición manual.
CMH = Casa de la Mujer Hidalguense, JDN = Jardín del Maestro, REH = Museo del Rehilete, CSA = Centro de Salud, ATI = Atitalaquia, ATO = Atotonilco, TPJ = Tepeji del Río, TIZ = Tizayuca, HUI = Huichapan, TLN = Tulancingo, LOL = Lolotla.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

El cumplimiento de la norma de O₃ se presenta en el cuadro 2.6., para este contaminante en todas las estaciones se muestra que hay incumplimiento del mismo.

		Cuadro 2.6. Cumplimiento de las NOM-020-SSA1-2014 de O ₃ en el estado de Hidalgo.														
Municipio	Estación	Máxima 1 hora	Máxima 8 horas	Cumple NOM	Máxima 1 hora	Máxima 8 horas	Cumple NOM	Máxima 1 hora	Máxima 8 horas	Cumple NOM	Máxima 1 hora	Máxima 8 horas	Cumple NOM	Máxima 1 hora	Máxima 8 horas	Cumple NOM
		≤0.095 ppm	≤0.07 ppm		≤0.095 ppm	≤0.07 ppm		≤0.095 ppm	≤0.07 ppm		≤0.095 ppm	≤0.07 ppm		≤0.095 ppm	≤0.07 ppm	
		2016			2017			2018			2019			2020		
Pachuca de Soto	JDN	0.103	0.082	No	0.104	0.086	No	0.122	0.092	No	0.127	0.101	No	0.086	0.070	No
	REH	0.162	0.141	No	0.112	0.098	No	0.091	0.078	No	0.144	0.109	No	0.100	0.075	No
Tula de Allende	CSA	0.091	0.073	No	0.120	0.091	No	DI	0.075	No	0.090	0.068	Sí	0.089	0.068	No
Atitalaquia	ATI	0.121	0.095	No	0.101	0.086	No	0.089	0.069	No	0.119	0.102	No	0.119	0.090	No
Atotonilco de Tula	ATO	0.146	0.109	No	0.104	0.089	No	0.089	0.068	Sí	0.128	0.105	No	0.125	0.091	No
Tepeji del Río de Ocampo	TPJ	0.111	0.096	No	0.098	0.073	No	0.090	0.077	No	0.124	0.100	No	0.121	0.086	No
Tizayuca	TIZ	0.122	0.100	No	0.104	0.074	No	0.088	0.075	No	0.103	0.081	No	0.119	0.097	No
Tepeapulco	TEP	0.122	0.092	No	0.124	0.095	No	DI	0.074	No	0.119	0.092	No	0.081	0.065	Sí
Huichapan	HUI	0.101	0.090	No	0.128	0.089	No	0.082	0.077	No	0.101	0.089	No	0.087	0.074	No
Tulancingo de Bravo	TLN	0.143	0.128	No	0.095	0.085	No	0.075	0.065	Sí	0.092	0.085	No	0.092	0.084	No

DI = Datos Insuficientes.
JDN = Jardín del Maestro, REH = Museo del Rehilete, CSA = Centro de Salud, ATI = Atitalaquia, ATO = Atotonilco, TPJ = Tepeji del Río, TIZ = Tizayuca, TEP = Tepeapulco, HUI = Huichapan, TLN = Tulancingo.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

La evaluación de la NOM-022-SSA1-2010 de SO₂ se muestra en el cuadro 2.7. para los años 2016 a 2019, observándose sólo en Tula de Allende el incumplimiento para los años 2016 y 2017. A partir del año 2020, entró en vigor su actualización, la cual se aplica a partir del año de su vigencia.

Cuadro 2.7. Cumplimiento de las NOM-022-SSA1-2010 de SO ₂ en el estado de Hidalgo.																	
Municipio	Estación	8 horas	24 horas	Anual	Cumple NOM	8 horas	24 horas	Anual	Cumple NOM	8 horas	24 horas	Anual	Cumple NOM	8 horas	24 horas	Anual	Cumple NOM
		2do. Máximo	Máximo	Promedio		2do. Máximo	Máximo	Promedio		2do. Máximo	Máximo	Promedio		2do. Máximo	Máximo	Promedio	
		≤ 0.2 ppm	≤ 0.11 ppm	≤0.025 ppm		≤ 0.2 ppm	≤ 0.11 ppm	≤0.025 ppm		≤ 0.2 ppm	≤ 0.11 ppm	≤0.025 ppm		≤ 0.2 ppm	≤ 0.11 ppm	≤0.025 ppm	
		2016				2017				2018				2019			
Pachuca de Soto	JDN	0.020	0.012	0.004	Sí	0.021	0.009	0.003	Sí	0.030	0.021	0.003	Sí	0.029	0.012	0.002	Sí
	REH	0.019	0.009	0.002	Sí	0.019	0.008	0.003	Sí	0.026	0.012	0.003	Sí	0.038	0.016	0.002	Sí
Tula de Allende	CSA	0.201	0.071	0.009	No	0.258	0.096	0.010	No	0.104	0.031	0.007	Sí	0.088	0.040	0.006	Sí
Atitalaquia	ATI	0.170	0.062	0.009	Sí	0.110	0.042	0.009	Sí	0.122	0.037	0.009	Sí	0.123	0.043	0.009	Sí
Atotonilco de Tula	ATO	0.104	0.037	0.007	Sí	0.115	0.044	0.007	Sí	0.103	0.045	0.006	Sí	0.087	0.032	0.006	Sí
Tepeji del Río de Ocampo	TPJ	DI	DI	DI	No	0.194	0.070	0.017	Sí	0.021	0.059	0.015	Sí	0.130	0.056	0.013	Sí
Tizayuca	TIZ	0.038	0.017	0.004	Sí	0.052	0.026	0.003	Sí	0.047	0.017	0.004	Sí	0.029	0.023	0.003	Sí
Tepeapulco	TEP	0.017	0.008	0.004	Sí	0.014	0.008	0.003	Sí	0.030	0.012	0.002	Sí	0.047	0.041	0.004	Sí
Huichapan	HUI	0.077	0.027	0.004	Sí	0.026	0.011	0.003	Sí	0.021	0.008	0.002	Sí	0.021	0.010	0.003	Sí
Tulancingo de Bravo	TLN	0.016	0.009	0.002	Sí	0.012	0.006	0.003	Sí	0.017	0.009	0.003	Sí	0.016	0.008	0.003	Sí

DI = Datos Insuficientes.
JDN = Jardín del Maestro, REH = Museo del Rehilete, CSA = Centro de Salud, ATI = Atitalaquia, ATO = Atotonilco, TPJ = Tepeji del Río, TIZ = Tizayuca, TEP = Tepeapulco, HUI = Huichapan, TLN = Tulancingo.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

La evaluación de la NOM-022-SSA1-2019 de SO₂ se presenta en el cuadro 2.8., donde se establece un análisis de tres años en conjunto, destacando el incumplimiento de la norma en las estaciones de Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Tepeji del Río de Ocampo.

En relación a los límites que entraron en vigor en 2020, la NOM se incumplió en los municipios de Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Tepeji del Río de Ocampo al rebasar el límite de 1 hora en todos ellos y el límite de 24 horas en Tula de Allende y Atitalaquia. En Huichapan no se cumplieron los criterios de suficiencia de información para realizar su evaluación.

El promedio de los percentiles 99 con el que se evalúa el límite de 1 hora, en el caso del incumplimiento registraron valores entre 0.142 y 0.217 ppm, este último se presentó en Tula de Allende, prácticamente 3 veces el valor del límite.



Cuadro 2.8. Cumplimiento de las NOM-022-SSA1-2019 de SO₂ en el estado de Hidalgo.

Municipio	Estación	1 hora	24 horas	Cumple NOM
		Promedio de los percentiles 99	Máximo de los promedios de 24 horas	
		≤ 0.075 ppm	< 0.04 ppm	
		2018-2020		
Pachuca de Soto	JDN	0.027	0.02	Sí
	REH	0.019	0.01	Sí
Tula de Allende	CSA	0.217	0.05	No
Atitalaquia	ATI	0.189	0.04	No
Atotonilco de Tula	ATO	0.142	DI	No
Tepeji del Río de Ocampo	TPJ	0.195	DI	No
Tizayuca	TIZ	0.044	0.02	Sí
Tepeapulco	TEP	0.015	0.01	Sí
Huichapan	HUI	DI	DI	DI
Tulancingo de Bravo	TLN	0.014	0.01	Sí

DI = Datos Insuficientes.
JDN = Jardín del Maestro, REH = Museo del Rehilete, CSA = Centro de Salud, ATI = Atitalaquia, ATO = Atotonilco, TPJ = Tepeji del Río, TIZ = Tizayuca, TEP = Tepeapulco, HUI = Huichapan, TLN = Tulancingo.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.



En el cuadro 2.9 se presenta la evaluación de la norma para CO, en todas las estaciones se han mantenido las concentraciones dentro de la norma.

Al igual que el CO, las concentraciones del NO₂ se han mantenido dentro de la norma, ver cuadro 2.10.

Cuadro 2.9. Cumplimiento de las NOM-021-SSA1-1993 de CO en el estado de Hidalgo.

Municipio	Estación	8 horas	Cumple NOM	8 horas	Cumple NOM	8 horas	Cumple NOM	8 horas	Cumple NOM	8 horas	Cumple NOM
		2do. Máximo		2do. Máximo		2do. Máximo		2do. Máximo		2do. Máximo	
		≤ 11 ppm		≤ 11 ppm		≤ 11 ppm		≤ 11 ppm		≤ 11 ppm	
		2016		2017		2018		2019		2020	
Pachuca de Soto	JDN	2.4	Sí	DI	DI	2.2	Sí	2.2	Sí	2.6	Sí
	REH	1.5	Sí	1.2	Sí	1.5	Sí	1.2	Sí	1.1	Sí
Tula de Allende	CSA	6.3	Sí	3.6	Sí	2	Sí	2.8	Sí	5.1	Sí
Atitalaquia	ATI	2.4	Sí	2	Sí	3.6	Sí	2.3	Sí	2.6	Sí
Atotonilco de Tula	ATO	2.3	Sí	1.9	Sí	1.9	Sí	1.9	Sí	1.9	Sí
Tepeji del Río de Ocampo	TPJ		Sí	2.1	Sí	1.5	Sí	1.7	Sí	1.9	Sí
Tizayuca	TIZ	3.4	Sí	3.4	Sí	3.3	Sí	3.5	Sí	3.4	Sí
Tepeapulco	TEP	4	Sí	3.3	Sí	6.6	Sí	5.1	Sí	1.7	Sí
Huichapan	HUI	5.3	Sí	1.7	Sí	1.3	Sí	1.3	Sí	1.2	Sí
Tulancingo de Bravo	TLN	3	Sí	2.3	Sí	1.9	Sí	2	Sí	2.3	Sí

JDN = Jardín del maestro, REH = Museo del Rehilete, CSA = Centro de Salud, ATI = Atitalaquia, ATO = Atotonilco, TPJ = Tepeji del Río, TIZ = Tizayuca, TEP = Tepeapulco, HUI = Huichapan, TLN = Tulancingo.

Cuadro 2.10. Cumplimiento de las NOM-021-SSA1-1993 de NO₂ en el estado de Hidalgo.

Municipio	Estación	1 hora	Cumple NOM	1 hora	Cumple NOM	1 hora	Cumple NOM	1 hora	Cumple NOM	1 hora	Cumple NOM			
		2do. Máximo		2do. Máximo		2do. Máximo		2do. Máximo		2do. Máximo				
		≤ 0.21 ppm		≤ 0.21 ppm		≤ 0.21 ppm		≤ 0.21 ppm		≤ 0.21 ppm				
		2016			2017			2018			2019			2020
Pachuca de Soto	JDN	0.080	Sí	0.074	DI	0.073	Sí	0.100	Sí	0.064	Sí			
	REH	0.070	Sí	0.060	Sí	0.061	Sí	DI	DI	0.045	Sí			
Tula de Allende	CSA	0.098	Sí	0.094	Sí	DI	DI	0.087	Sí	0.054	Sí			
Atitalaquia	ATI	0.089	Sí	DI	DI	DI	DI	DI	DI	0.068	Sí			
Atotonilco de Tula	ATO	0.079	Sí	0.064	Sí	0.063	Sí	0.049	Sí	0.046	Sí			
Tepeji del Río de Ocampo	TPJ	DI	DI	DI	DI	0.065	Sí	0.080	Sí	0.060	Sí			
Tizayuca	TIZ	0.074	Sí	0.074	Sí	0.083	Sí	0.061	Sí	0.064	Sí			
Tepeapulco	TEP	0.057	Sí	0.074	Sí	DI	DI	DI	DI	0.041	Sí			
Huichapan	HUI	DI	DI	0.053	Sí	0.053	Sí	0.052	Sí	0.038	Sí			
Tulancingo de Bravo	TLN	0.055	Sí	0.055	Sí	0.073	Sí	0.072	Sí	0.045	Sí			

DI = Datos Insuficientes, JDN = Jardín del Maestro, REH = Museo del Rehilete, CSA = Tula de Allende, ATI = Atitalaquia, ATO = Atotonilco, TPJ = Tepeji del Río, TIZ = Tizayuca, TEP = Tepeapulco, HUI = Huichapan, TLN = Tulancingo.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.



2.3.2. TENDENCIAS DE LOS INDICADORES DE EVALUACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE LAS NOM

En esta sección se presentan las gráficas con las tendencias de la evaluación del cumplimiento de las NOM de PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, SO₂, CO y NO₂ en cada una de las estaciones de monitoreo de los años del periodo 2016 a 2020.

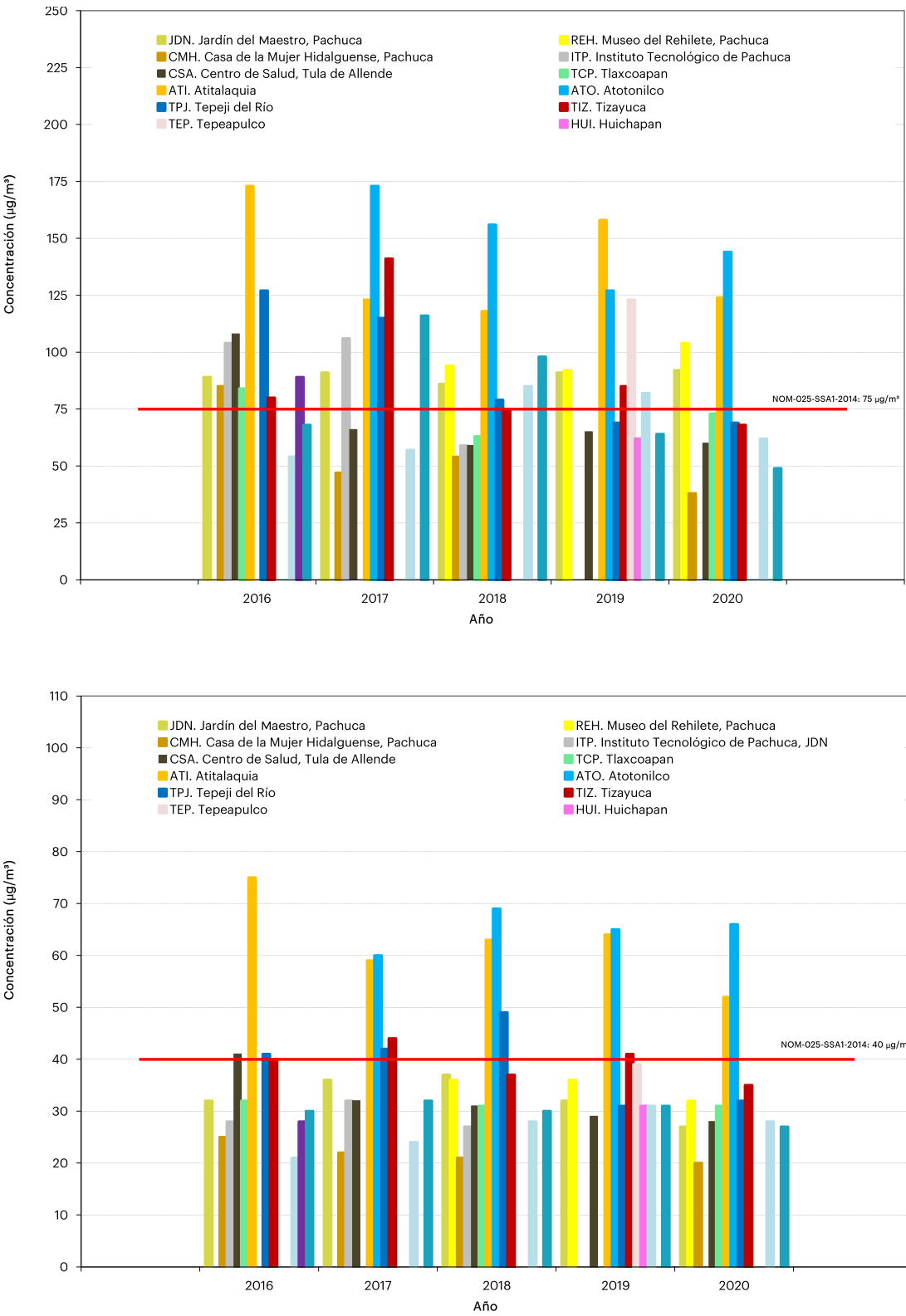
Partículas menores a 10 micrómetros, PM₁₀

En la figura 2.2. se ilustra el cumplimiento de la NOM-025-SSA1-2014 de PM₁₀ del límite de 24 horas y anual. Se aprecia que en aquellas estaciones donde fue posible llevar a cabo la evaluación, la NOM se incumplió en todas las estaciones, en al menos un año del periodo de análisis para al menos uno de los dos límites.

Las estaciones ubicadas en los municipios de Atitalaquia y Atotonilco de Tula fueron las que incumplieron ambos límites en todos los años evaluados de manera general con las concentraciones más altas. En el caso del límite de 24 horas, el valor más alto registrado fue 173 g/m³ en las estaciones Atitalaquia ATI y Atotonilco ATO, en los años 2016 y 2017 respectivamente, valor 2.3 veces más alto que el límite de 75 µg/m³.

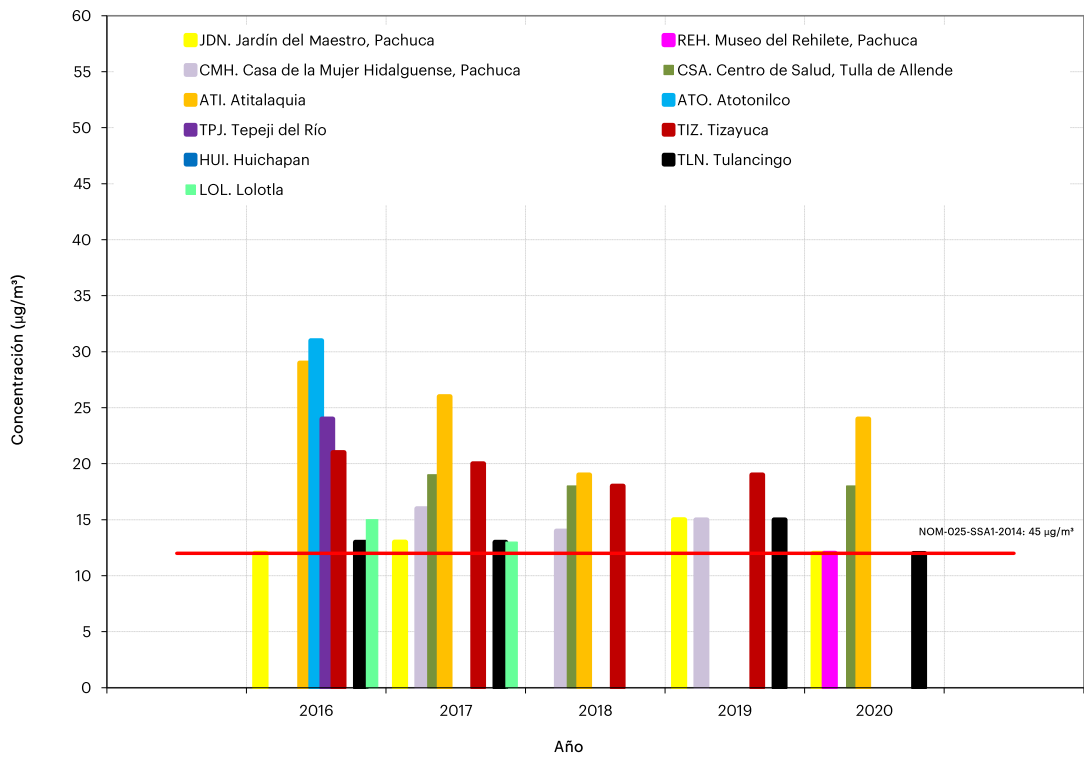
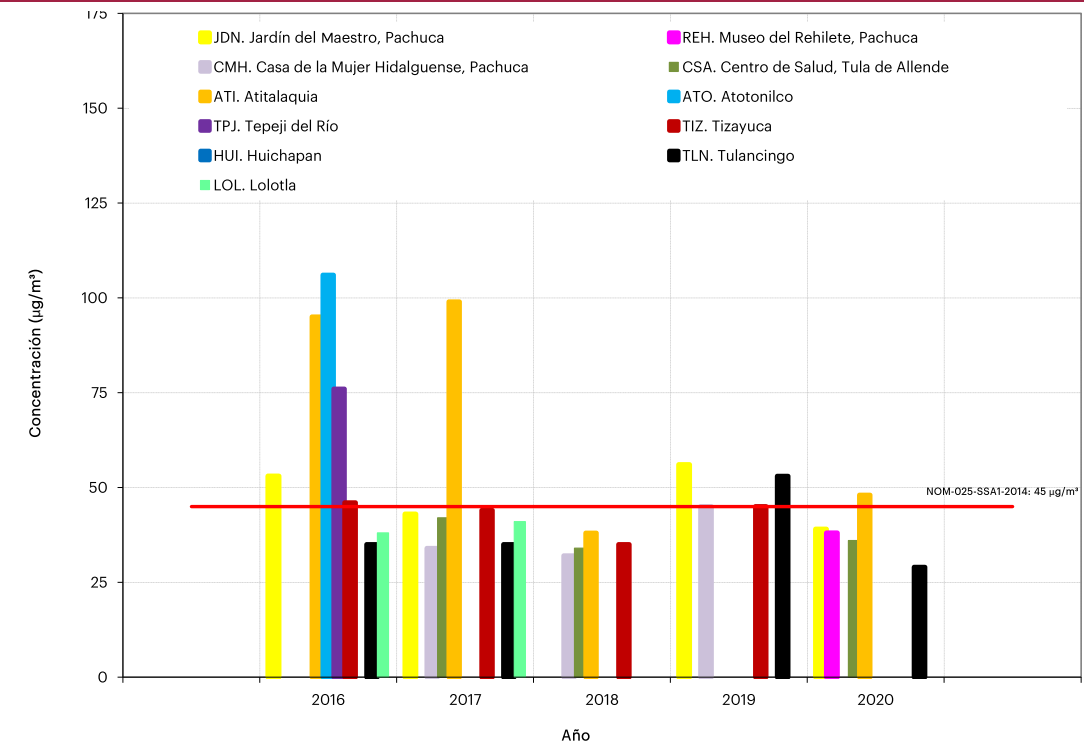
Para el límite anual, el valor más alto registrado fue 75 µg/m³ presentado en la estación de Atitalaquia ATI, 88% por arriba de 40 µg/m³ especificados. No se aprecia una tendencia de los indicadores a lo largo del periodo analizado.

Figura 2.2. Cumplimiento de la NOM de PM₁₀.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Figura 2.3. Cumplimiento de la NOM de PM_{2.5}.

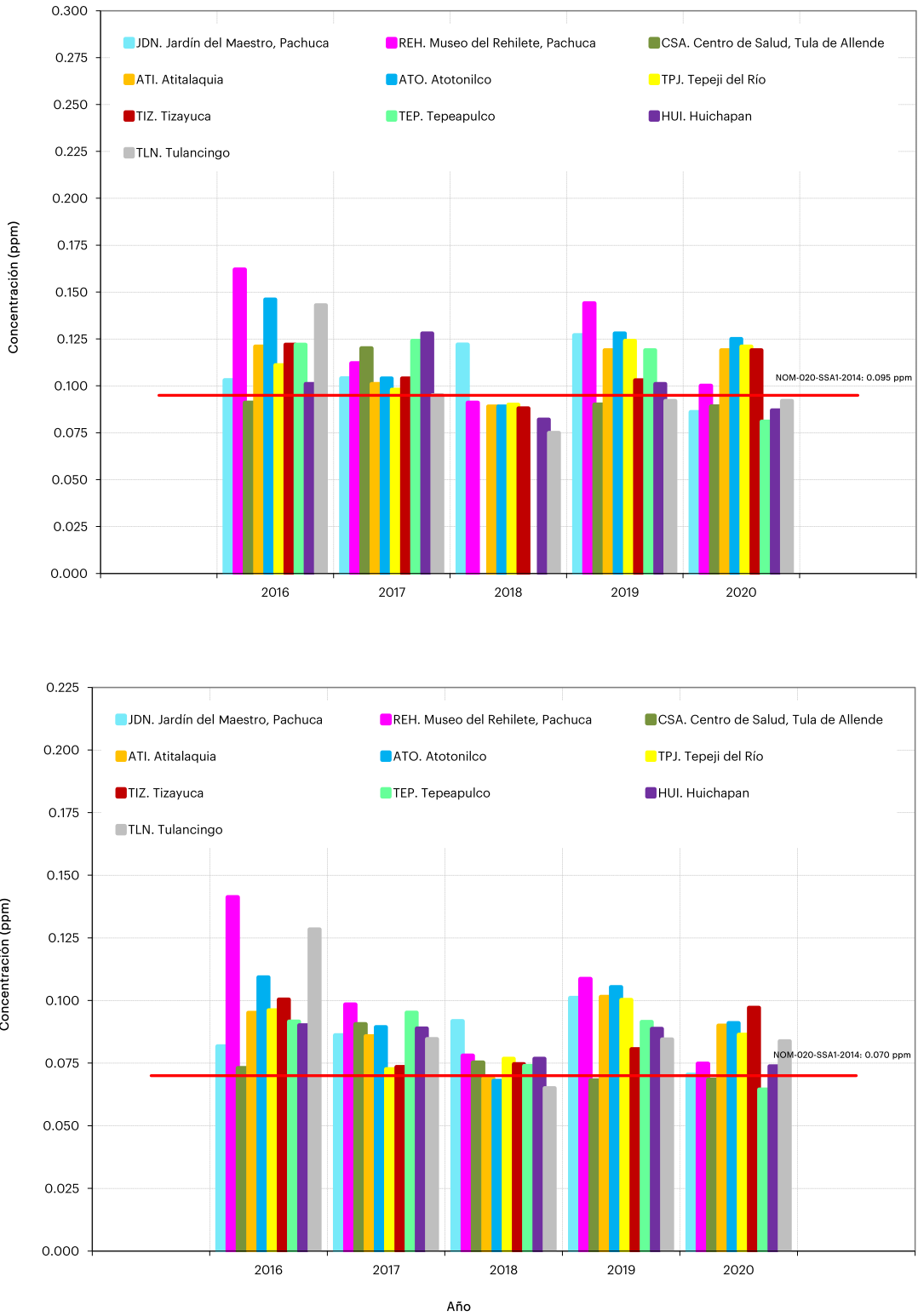


Partículas menores a 2.5 micrómetros, PM_{2.5}

De manera similar en la figura 2.3. se ilustra el cumplimiento de la NOM-025-SSA1-2014 de PM_{2.5}, se aprecia que para este contaminante fueron más las estaciones en comparación con las de las PM₁₀ en las que no fue posible llevar a cabo la evaluación de la NOM, por no cumplir con los criterios de suficiencia de información. Así, por ejemplo, en la estación Huichapan, HUI no fue posible la evaluación en ninguno de los años analizados. La estación ubicada en el municipio de Atitalaquia fue la que incumplió ambos límites en cuatro de los cinco años evaluados. Sin embargo, el valor más alto del límite de 24 horas se presentó en la estación Atotonilco, ATO con una concentración de 106 µg/m³, más de 2 veces el límite especificado (45 µg/m³). Para el límite anual, el valor más alto que se registró fue de 99 µg/m³ en la estación Atitalaquia, ATI, 8.25 veces el valor de 12 µg/m³ especificados en la NOM. Debido a la falta de datos para el cálculo de los indicadores, no se aprecia una tendencia en los mismos.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Figura 2.4. Cumplimiento de la NOM de O₃.



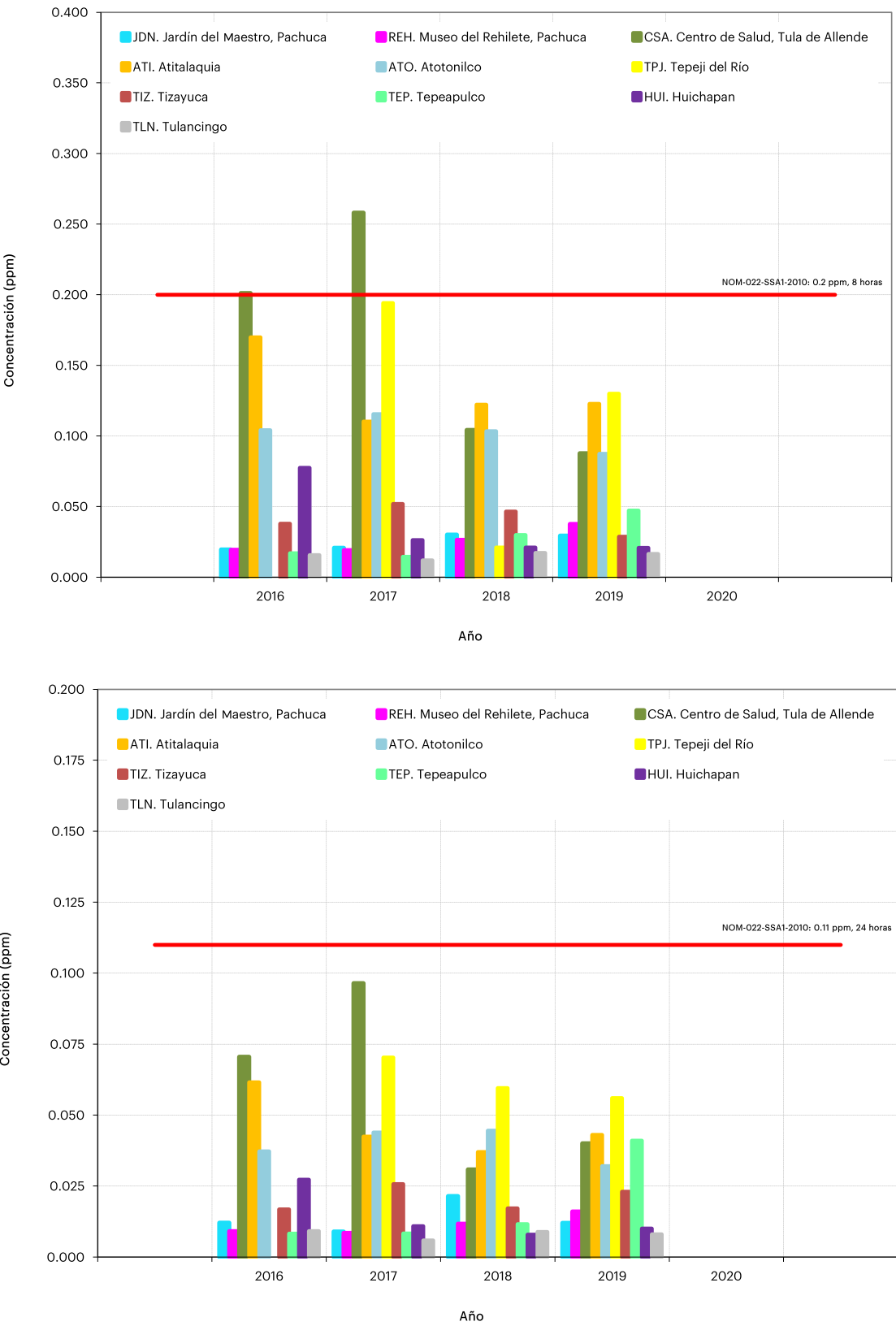
Ozono, O₃

En la figura 2.4. se muestran los indicadores para evaluar el cumplimiento de la NOM-020-SSA1-2014 de O₃ de los límites de 1 y 8 horas. Se aprecia que en todas las estaciones de monitoreo del estado de Hidalgo se incumplen los dos límites. En general, en todas las estaciones las concentraciones más altas de ambos indicadores se presentaron en 2016 y 2019. En 2018 se presentaron los valores más bajos.

Las concentraciones más altas del límite de una hora se presentaron en la estación Museo del Rehilete, REH, ubicada en Pachuca de Soto en 2016 y 2019, con valores de 0.162 y 0.144 ppm, 71% y 52% por arriba del límite de 0.095 ppm. En cuanto al límite de 8 horas, la concentración más alta también se registró en REH con un valor de 0.109 ppm, 56% por arriba de 0.07 ppm.

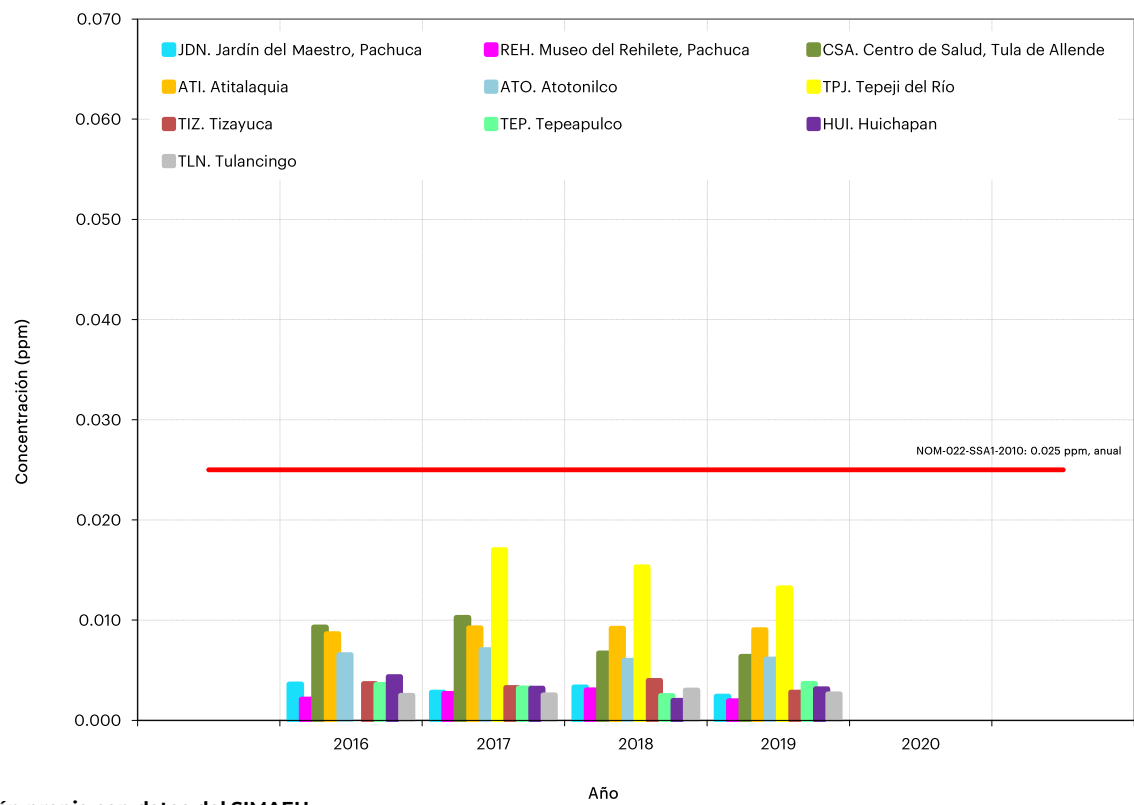
Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Figura 2.5. Cumplimiento de la NOM de SO₂.



Dióxido de azufre, SO₂

En la figura 2.5. se ilustra el cumplimiento de la NOM-022-SSA1-2010 de SO₂ de los límites de 8 y 24 horas, y anual vigentes durante el periodo 2016 a 2019. De las gráficas se aprecia que sólo el límite de 8 horas se incumplió en la estación CSA ubicada en Tula de Allende, con valores ligeramente por arriba del límite de 0.200 ppm (0.258 y 0.201 ppm en los años 2017 y 2016 respectivamente).

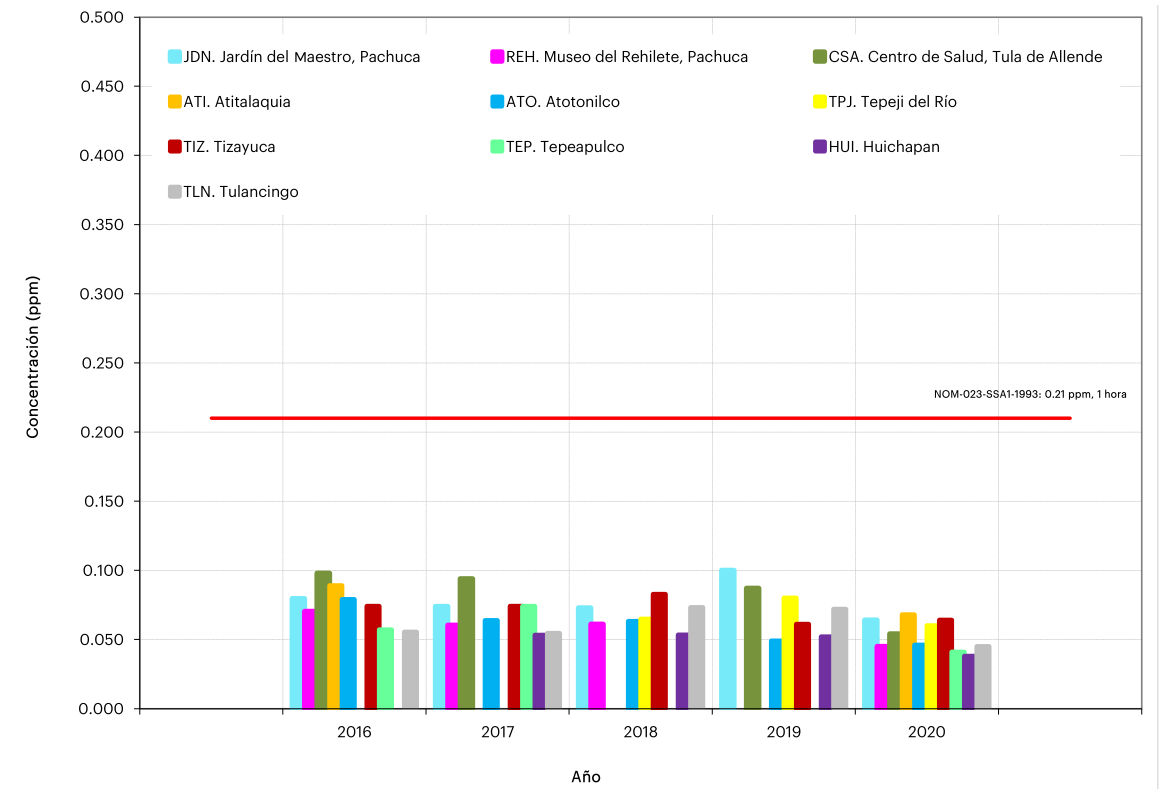


Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Dióxido de nitrógeno, NO₂

En la figura 2.6. se muestra el cumplimiento de la NOM-023-SSA1-1993 de NO₂ a partir del límite de 1 hora (0.21 ppm). En todas las estaciones y los años en que fue posible llevar a cabo la evaluación, el segundo máximo es inferior al límite, lo que indica que se cumplió la NOM.

Figura 2.6. Cumplimiento de la NOM de NO₂.



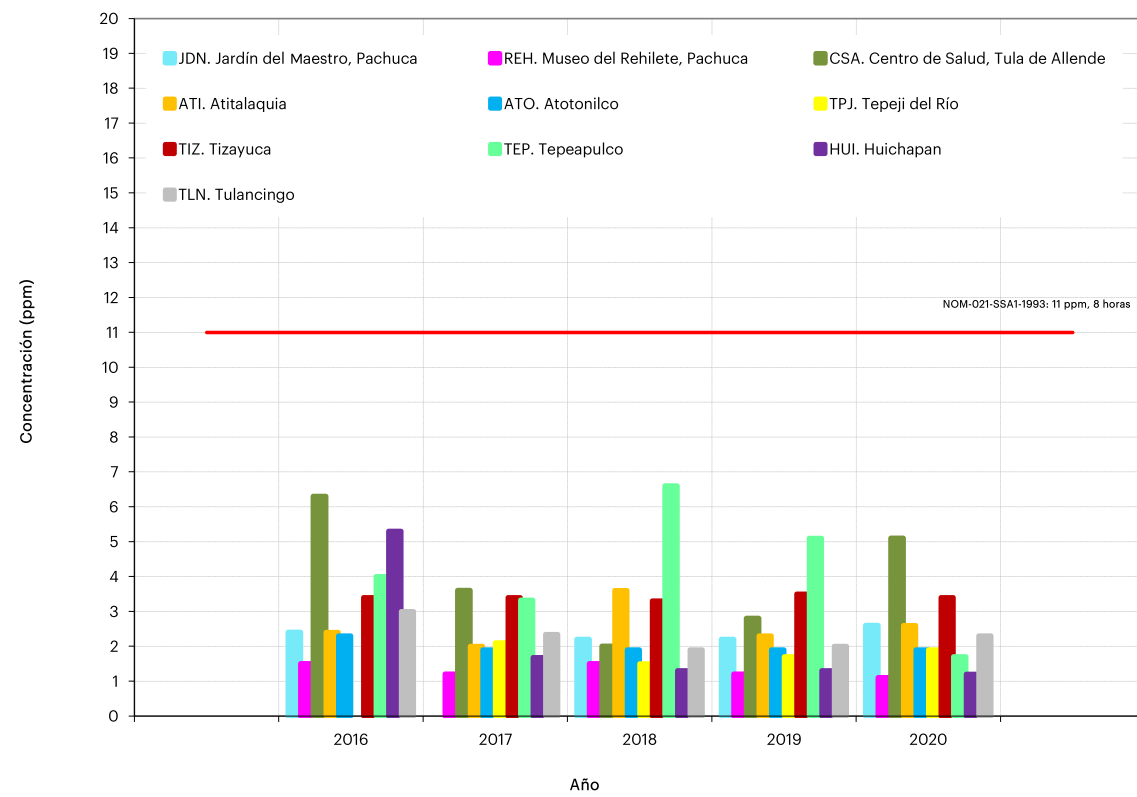
Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.



Monóxido de carbono, CO

En la figura 2.7. se muestra el cumplimiento de la NOM-021-SSA1-1993 de CO a partir del límite de 8 horas (11 ppm). En todos los municipios y todas las estaciones, el segundo máximo es inferior al valor límite con concentraciones muy por debajo de la especificada.

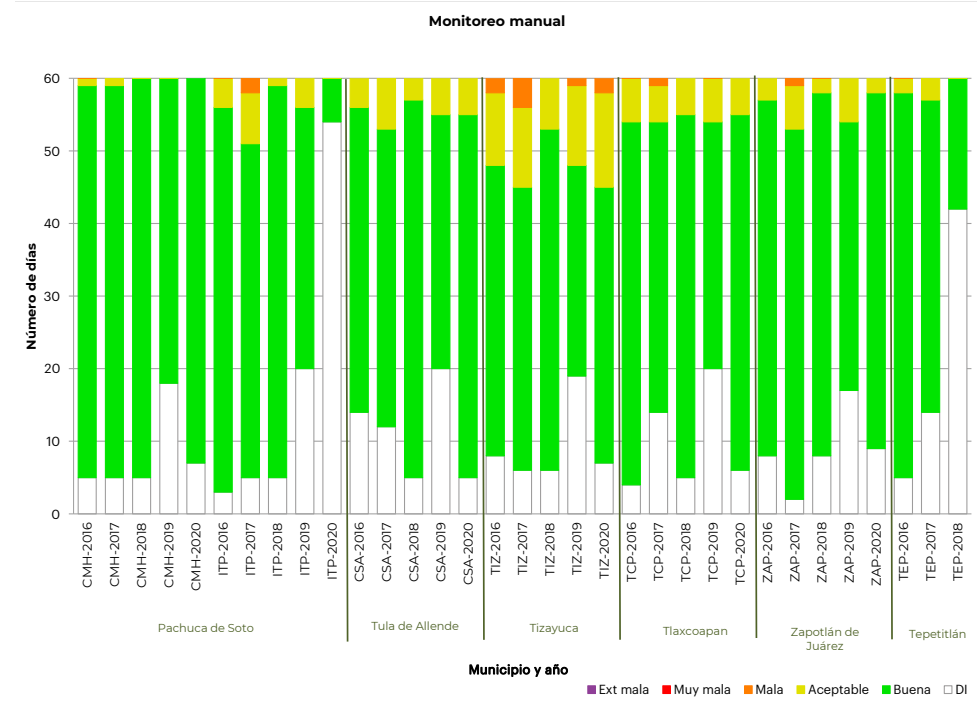
Figura 2.7. Cumplimiento de la NOM de CO.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.



Figura 2.8. Distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos de PM₁₀.



2.3.3. DISTRIBUCIÓN DE DÍAS BUENOS, ACEPTABLES, MALOS, MUY MALOS Y EXTREMADAMENTE MALOS

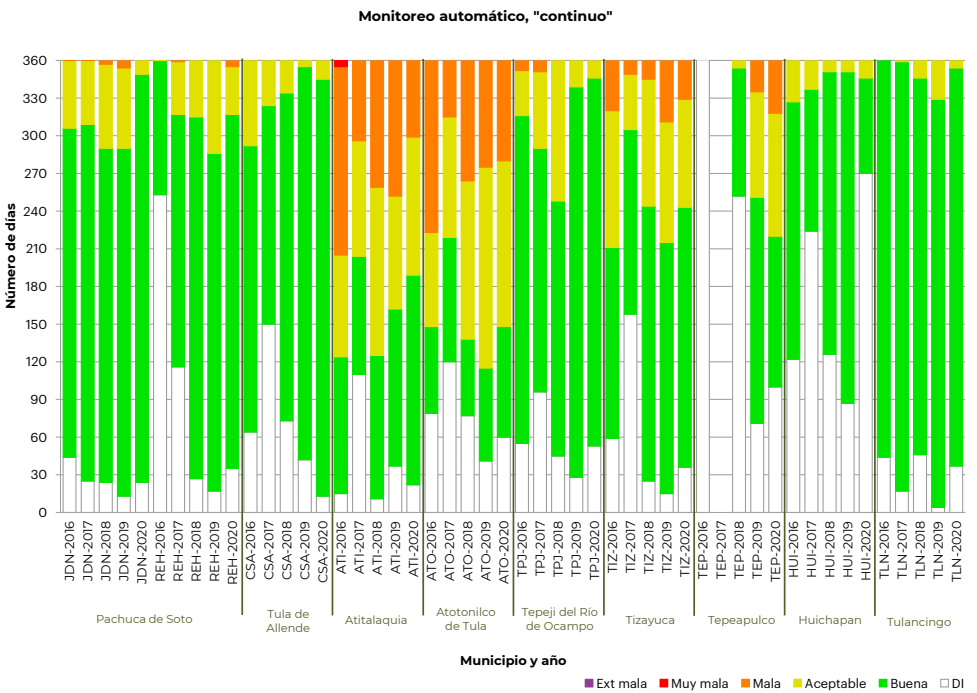
En las figuras 2.8. a 2.13. se muestran las gráficas con el número de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos de PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, SO₂, NO₂ y CO para el periodo 2016 a 2020 de todas las estaciones de monitoreo en el estado de Hidalgo.

Partículas menores a 10 micrómetros, PM₁₀

La distribución de días para las PM₁₀ se ilustra en la figura 2.8. tanto con monitoreo manual como automático. Con el monitoreo automático se aprecia que varios días se clasificaron en color naranja y rojo, con mala y muy mala calidad del aire, lo que indica que su valor rebasó los 75 µg/m³.

En Atitalaquia y Atotonilco de Tula es donde más días se presentan con calidad del aire mala en el periodo de análisis, desde 47 días en Atotonilco de Tula en 2017, hasta 150 en Atitalaquia en 2016, en ese mismo año, en la misma estación se registraron 11 días con calidad del aire muy mala y 1 más en 2019, mientras que en Atotonilco de Tula, se presentaron con esta misma condición 5, 3 y 1 días en 2016, 2017 y 2018 respectivamente. Con muy mala calidad del aire se clasificaron 2 y 3 días en 2016 y 2020 respectivamente en Tizayuca.

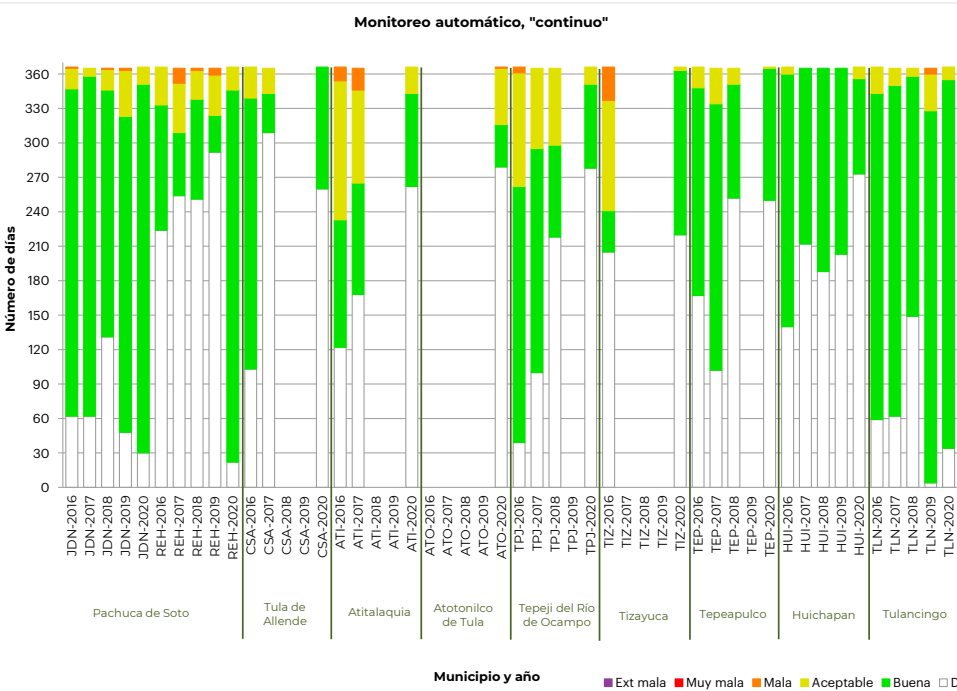
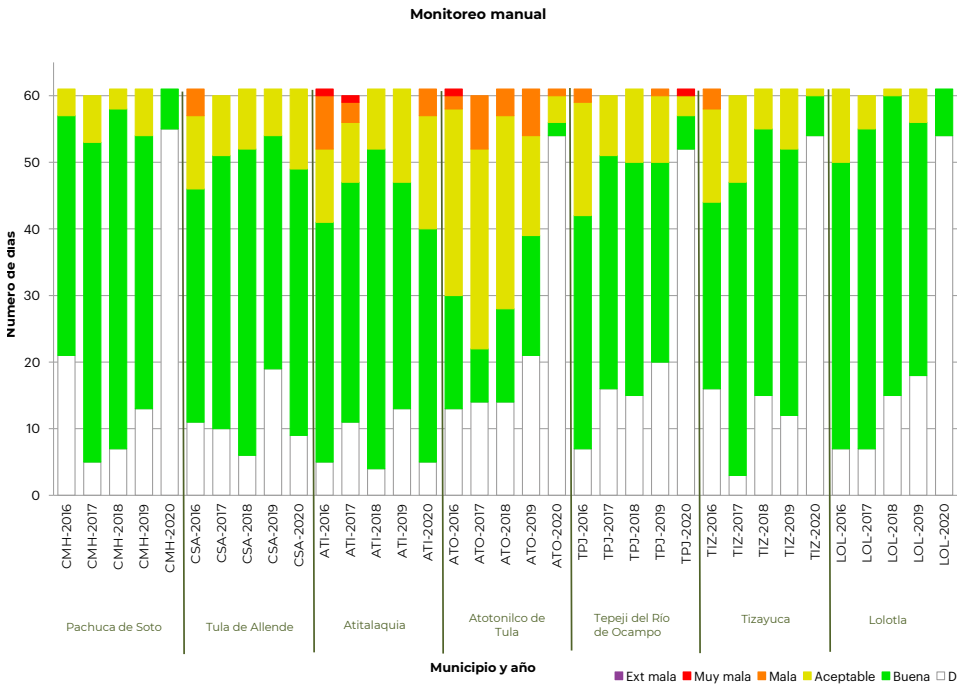
En el monitoreo manual no se clasificó ningún día con calidad del aire muy mala, entre 1 y 5 días con calidad del aire mala. Predominaron los días con calidad del aire buena (verde).



DI = Datos Insuficientes.
CMH = Casa de la Mujer Hidalguense, ITP = Instituto Tecnológico de Pachuca, JDN = Jardín del Maestro, REH = Museo del Rehilete, CSA = Centro de Salud, ATI = Atitalaquia, ATO = Atotonilco, TPJ = Tepeji del Río, TIZ = Tizayuca, TCP = Tlaxcoapan, TEP = Tepeapulco, HUI = Huichapan, TPT = Tepetitlán, TLN = Tulancingo, ZAP = Zapotlán de Juárez.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Figura 2.9. Distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos de PM_{2.5}.



DI = Datos Insuficientes.
CMH = Casa de la Mujer Hidalguense, JDN = Jardín del Maestro, REH = Museo del Rehilete, CSA = Centro de Salud, ATI = Atitalaquia, ATO = Atotonilco, TPJ = Tepeji del Río, TIZ = Tizayuca, HUI = Huichapan, TLN = Tulancingo, LOL = Lolotla.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Partículas menores a 2.5 micrómetros, PM_{2.5}

Con respecto a las PM_{2.5} (figura 2.9.) en el monitoreo manual se aprecian algunos días con muy mala calidad del aire (rojo), dicha situación se presenta con 1 día en: 2016 y 2017 en Atitalaquia, 2016 en Atotonilco de Tula y 2020 en Tepeji de Río de Ocampo. La calidad del aire mala se presenta en Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río de Ocampo y Tizayuca. En el resto de las estaciones predominan los días con calidad del aire buena y aceptable. Es de destacar que en 2020 en las estaciones Casa de la Mujer Hidalguense, CMH de Pachuca de Soto, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río de Ocampo, Tizayuca y Lolotla se realizaron pocos muestreos debido al confinamiento por Covid-19.

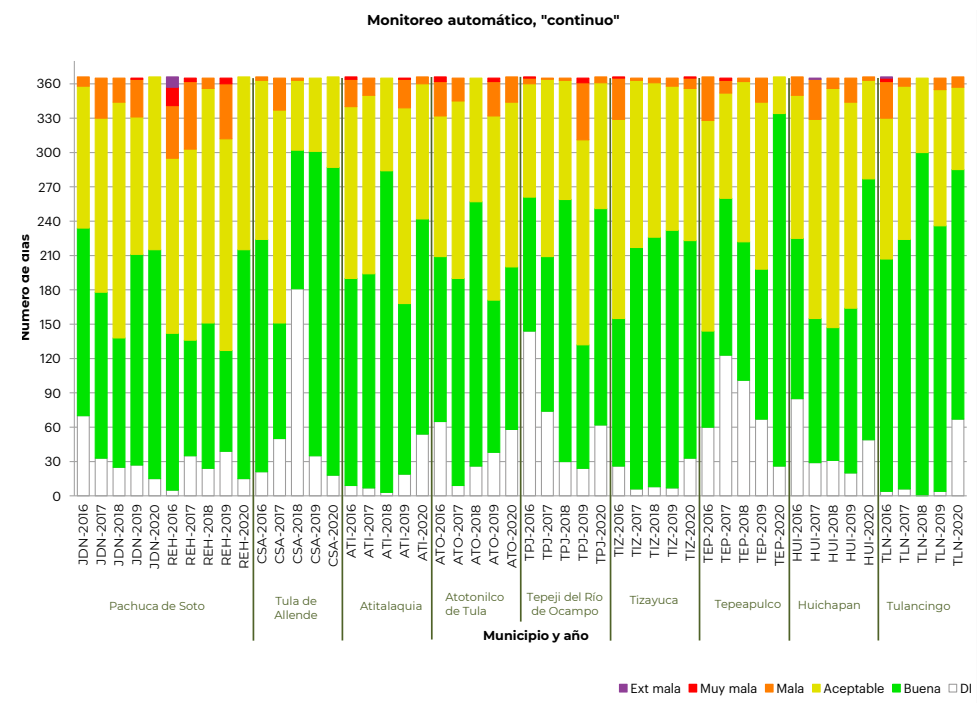
En cuanto al monitoreo automático, las mediciones no han sido continuas y se presentan muchos días en los que no fue posible calificar los días porque no hubo mediciones o bien los datos fueron insuficientes para la realización del cálculo de los promedios de 24 horas. Se presentaron días con calidad del aire mala en las estaciones de Pachuca de Soto, Jardín del Maestro -JDN y Museo del Rehilete -REH, Atitalaquia, Tepeji del Río de Ocampo, Tizayuca y Tulancingo de Bravo.

Ozono, O₃

En relación al O₃ (figura 2.10.), destaca que en el 2016 se presentaron 9 días con calidad del aire extremadamente mala y 16 con calidad del aire muy mala en la estación Museo del Rehilete, REH ubicada en Pachuca, siendo la peor situación en todo el periodo de análisis.

Con muy mala calidad del aire se calificaron también algunos días (entre 1 a 5) en: Atitalaquia, Atotonilco, Tepeji del Río, Tizayuca, Tepeapulco y Tulancingo. De todas las estaciones, en al menos tres de los cinco años de análisis hubo días calificados con mala calidad del aire.

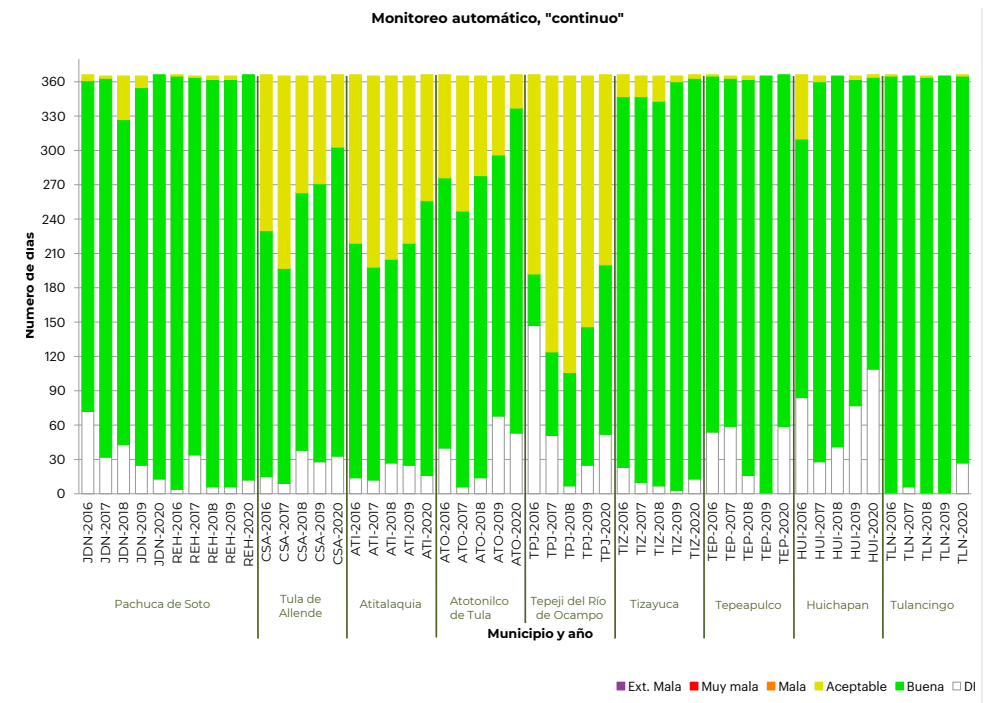
Figura 2.10. Distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos de O₃.



Dióxido de azufre, SO₂

En la figura 2.11. se ilustra la distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos de SO₂, en general los días que fue posible evaluar se clasifican en color verde y amarillo, es decir, que la calidad del aire fue buena y aceptable en todas las estaciones de monitoreo. Lo anterior de acuerdo a los intervalos y métrica de promedios de 24 horas adaptada del Índice Aire y Salud.

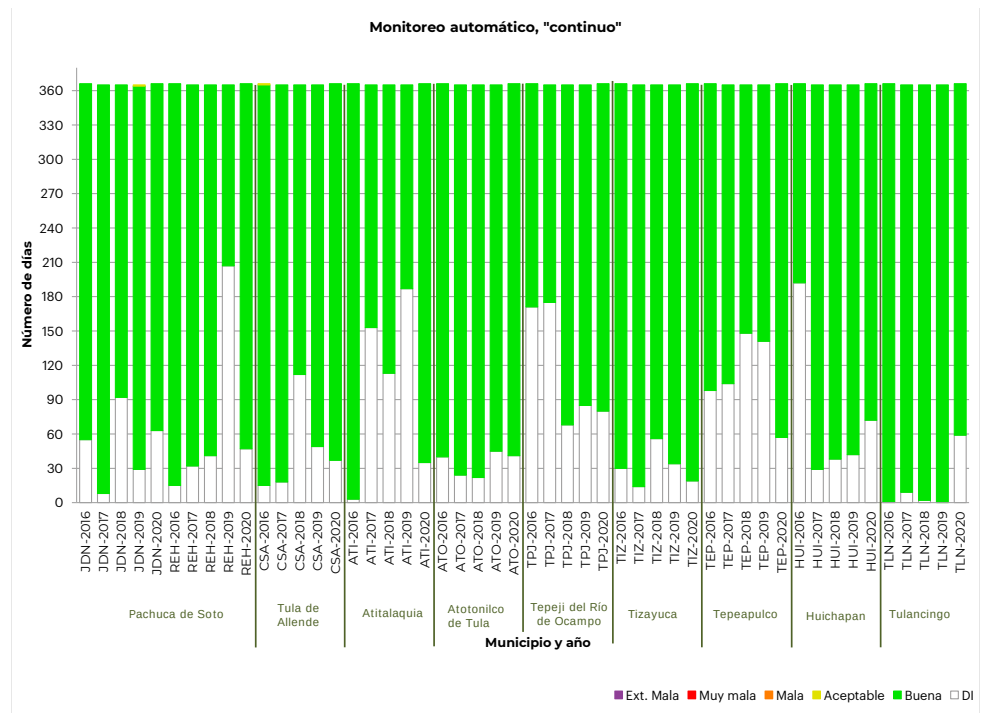
Figura 2.11. Distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos de SO₂.



Dióxido de nitrógeno, NO₂

La figura 2.12. ilustra la distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos del NO₂, en general los días que fue posible evaluar se clasifican en color verde, es decir, que la calidad del aire fue buena en todas las estaciones de monitoreo.

Figura 2.12. Distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos de NO₂.



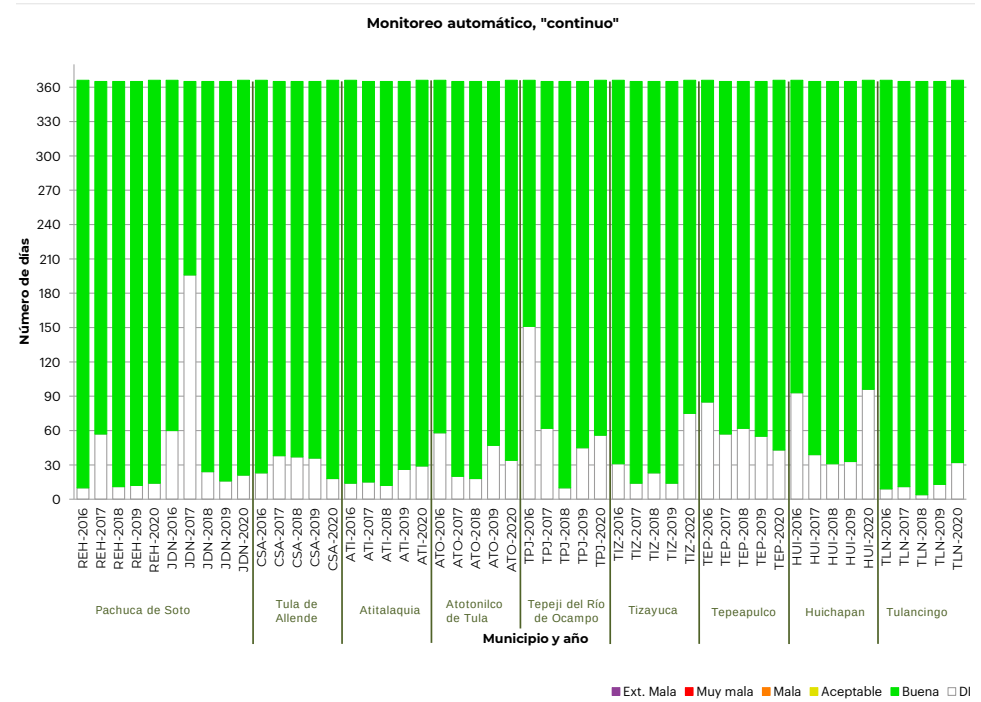
DI = Datos Insuficientes.
JDN = Jardín del Maestro, REH = Museo del Rehilete, CSA = Centro de Salud, ATI = Atitalaquia, ATO = Atotonilco, TPJ = Tepeji del Río, TIZ = Tizayuca, TEP = Tepeapulco, HUI = Huichapan, TLN = Tulancingo.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Monóxido de carbono, CO

Finalmente, para el CO (figura 2.13.), todos los días se clasifican con calidad del aire buena en todas las estaciones del periodo de análisis.

Figura 2.13. Distribución de días buenos, aceptables, malos, muy malos y extremadamente malos de CO.



DI = Datos Insuficientes.
JDN = Jardín del Maestro, REH = Museo del Rehilete, CSA = Centro de Salud, ATI = Atitalaquia, ATO = Atotonilco, TPJ = Tepeji del Río, TIZ = Tizayuca, TEP = Tepeapulco, HUI = Huichapan, TLN = Tulancingo.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.



2.3.4. HORAS Y DÍAS POR ARRIBA DEL LÍMITE DE 1 HORA DE SO₂

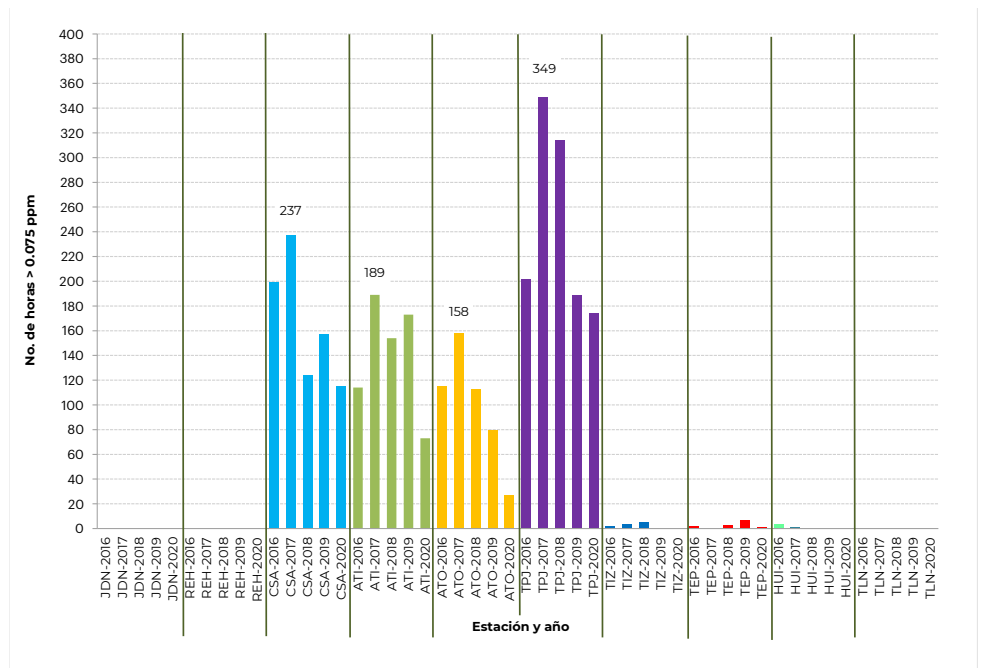
Como complemento a la distribución anterior, se ilustra el comportamiento del SO₂ con los indicadores del número de horas y días por arriba del límite de 1 hora de SO₂ (0.075 ppm) vigente a partir de febrero de 2020. El límite de 1 hora no existía en la NOM anterior y tiene la característica de ser más protector en términos de efectos a la salud.

En las figuras 2.14. y 2.15. se muestra respectivamente el número de horas y días por arriba de 0.075 ppm de SO₂ en el estado de

Hidalgo, es evidente que en Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Tepeji del Río de Ocampo y en menor medida Tizayuca, Tepeapulco y Huichapan tienen problemas de calidad del aire por SO₂.

En términos de los días por arriba del límite de 0.075 ppm para el periodo de análisis, se presenta que: en Tepeji del Río de Ocampo se registró el mayor porcentaje de días por arriba del límite con 39% de días en 2017 y 2018, seguido del 32% de días en 2017 en Tula de Allende y el 30% en Atitalaquia también en 2017.

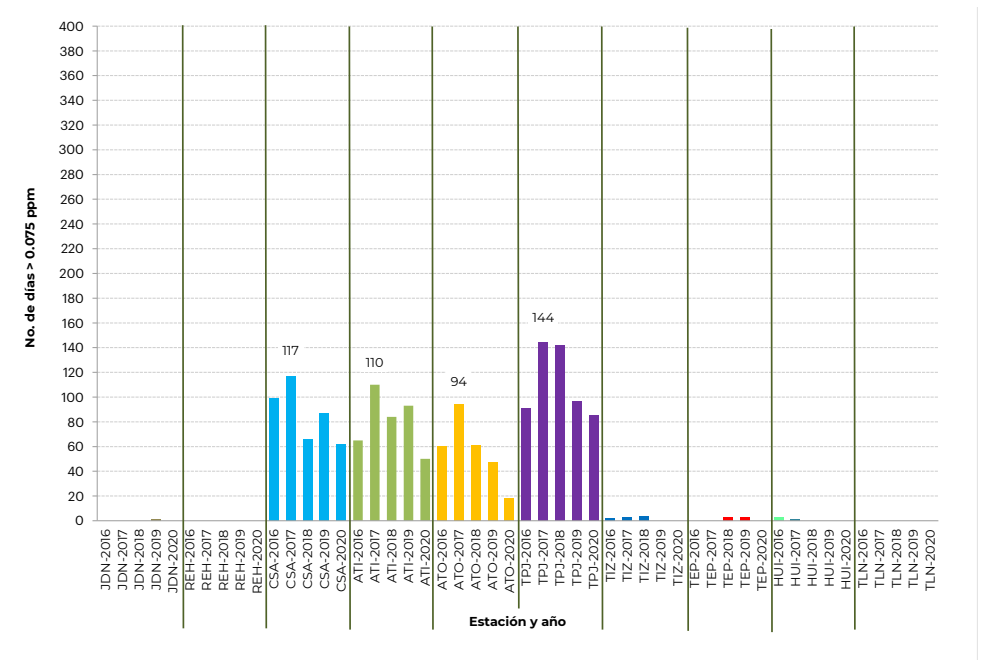
Figura 2.14. Horas por arriba del límite de 1 hora vigente de SO₂.



JDN = Jardín del Maestro, REH = Museo del Rehilete, CSA = Centro de Salud, ATI = Atitalaquia, ATO = Atotonilco, TPJ = Tepeji del Río, TIZ = Tizayuca, TEP = Tepeapulco, HUI = Huichapan, TLN = Tulancingo.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Figura 2.15. Días por arriba del límite de 1 hora vigente de SO₂.



JDN = Jardín del Maestro, REH = Museo del Rehilete, CSA = Centro de Salud, ATI = Atitalaquia, ATO = Atotonilco, TPJ = Tepeji del Río, TIZ = Tizayuca, TEP = Tepeapulco, HUI = Huichapan, TLN = Tulancingo.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

2.3.5. COMPORTAMIENTO DURANTE LOS MESES DEL AÑO, LOS DÍAS DE LA SEMANA Y LAS HORAS DEL DÍA

2.3.5.1. COMPORTAMIENTO MENSUAL

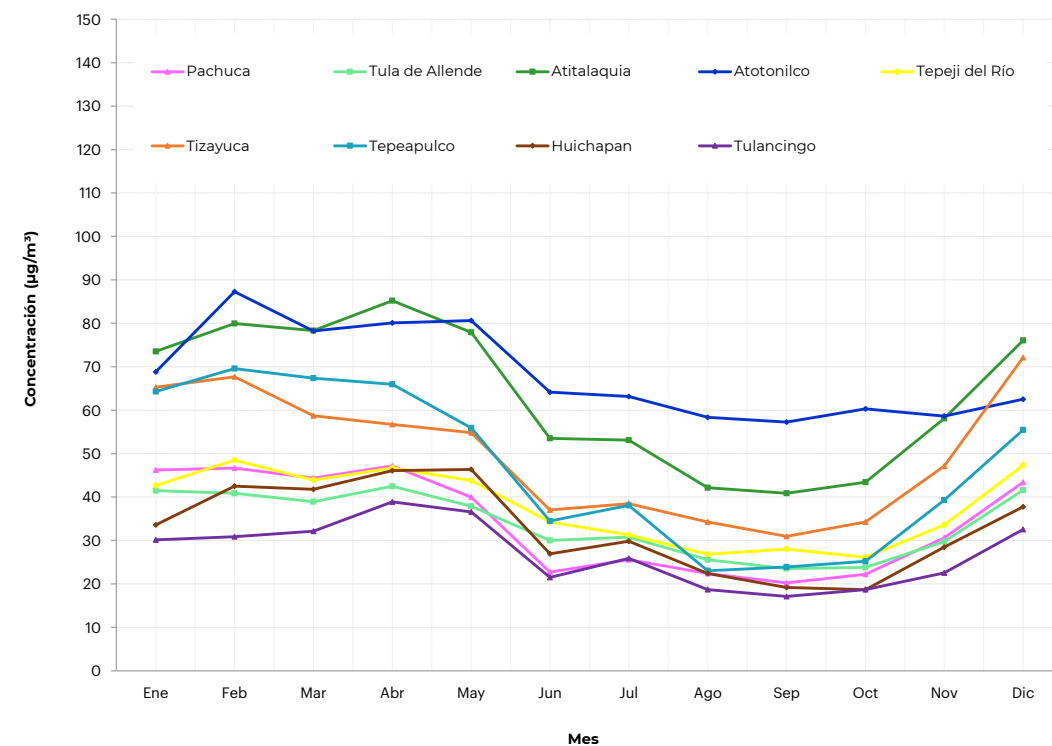
El comportamiento mensual de los contaminantes medidos en las estaciones automáticas de monitoreo se muestra en las figuras 2.16. a 2.21.

La figura 2.16. ilustra el comportamiento de las PM₁₀, donde se observa los meses en que se presentaron mayores concentraciones: enero, febrero, marzo, abril, mayo y diciembre. El periodo de menor concentración fue de junio a noviembre, lo que representa una tendencia típica del contaminante. Un comportamiento similar se aprecia en la figura 2.17. para las partículas menores a 2.5 micrómetros PM_{2.5}.

Con respecto al ozono O₃ (figura 2.18.), el comportamiento que presentaron las concentraciones durante el año en todos los municipios es el típico del contaminante con las concentraciones más altas en los meses de mayor temperatura: abril y mayo.

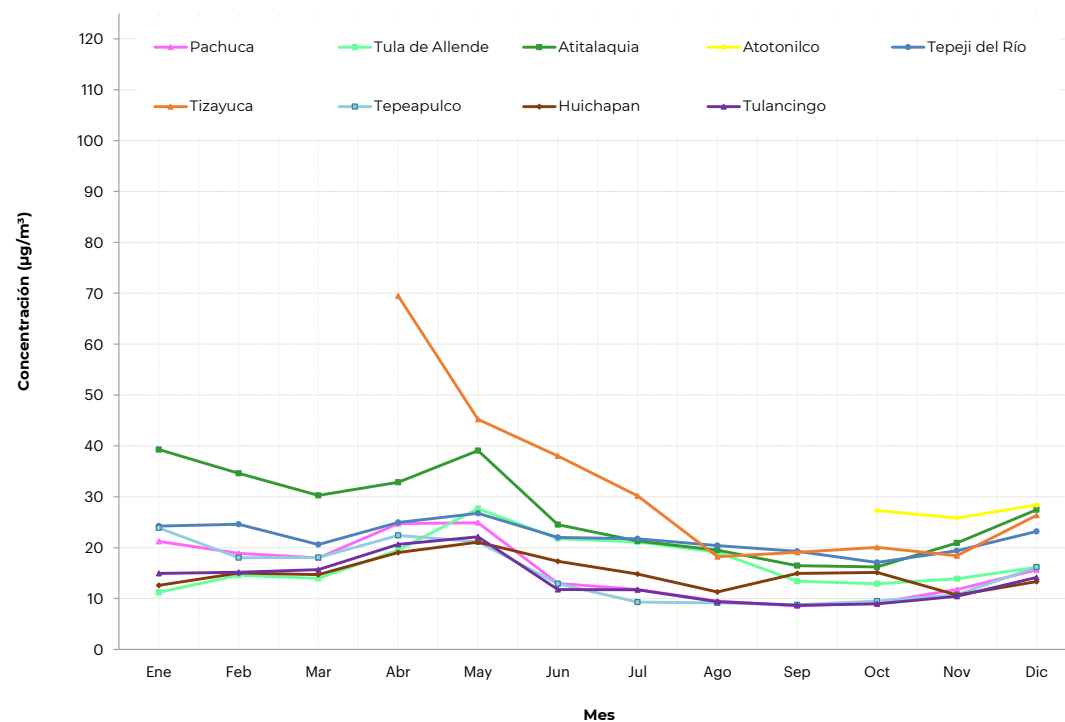
Las concentraciones más bajas se registraron en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre.

Figura 2.16. Comportamiento mensual de PM₁₀.



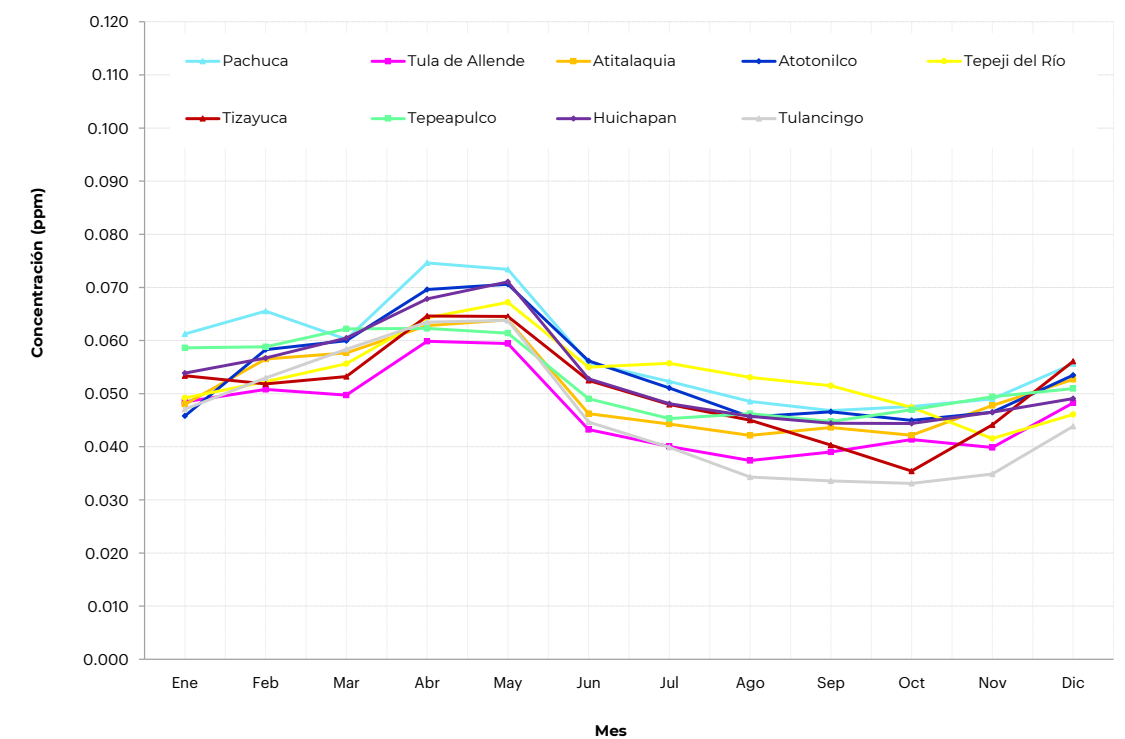
Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Figura 2.17. Comportamiento mensual de PM_{2.5}.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Figura 2.18. Comportamiento mensual de O₃.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

El comportamiento mensual del dióxido de azufre SO₂ (figura 2.19.) en la entidad se presenta de manera diferenciada en cada uno de los municipios, lo anterior puede ser debido a que la principal fuente de SO₂ es la actividad industrial asociada con el uso de combustóleo y diésel, siendo probable que el comportamiento de este contaminante obedezca a los patrones de operación de las principales industrias asentadas en cada municipio. El comportamiento durante el año se puede apreciar en tres grupos diferentes:

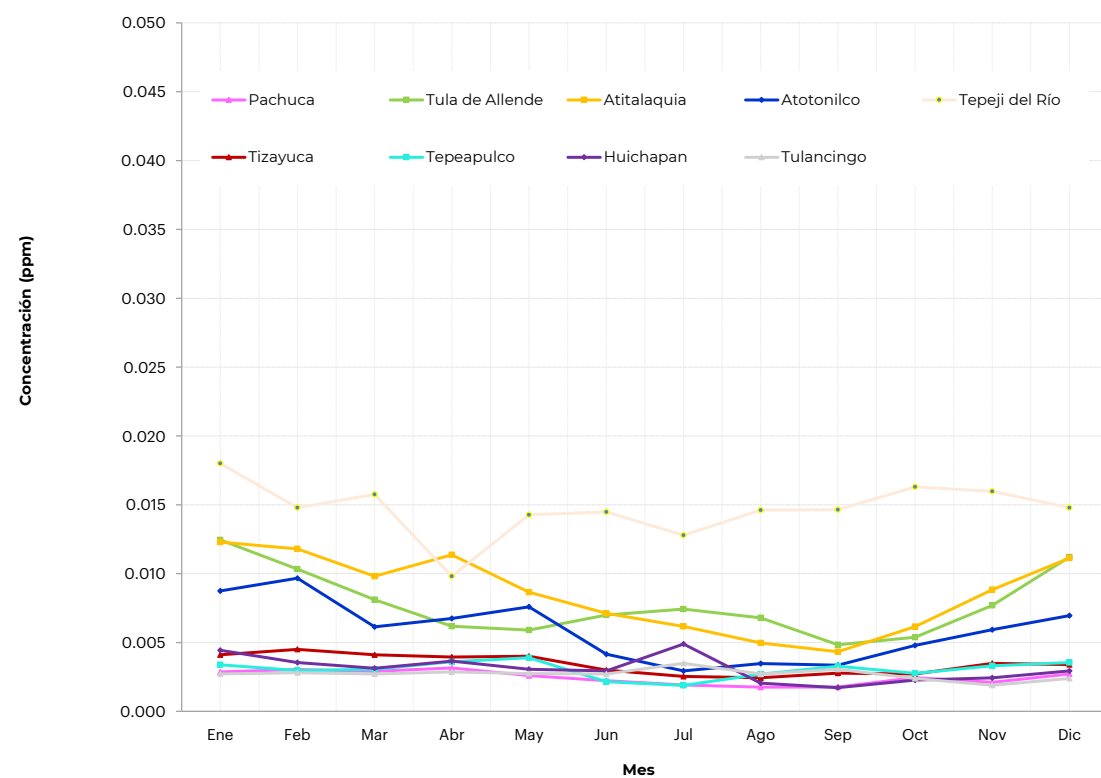
1) Tepeji del Río de Ocampo.

Presenta las concentraciones promedio más altas en casi todos los meses del año con poca variabilidad, excepto en el mes de abril que es más baja.

2) **Atitalaquia, Tula de Allende y Atotonilco de Tula.** Presentan las concentraciones más altas en los meses de menor temperatura: enero, febrero, noviembre y diciembre. Atitalaquia también presenta concentraciones altas en el mes de abril.

3) **Pachuca de Soto, Tulancingo de Bravo, Tepeapulco, Huichapan y Tizayuca.** Presentan las concentraciones mensuales promedio más bajas y prácticamente de la misma magnitud en cada uno de los meses.

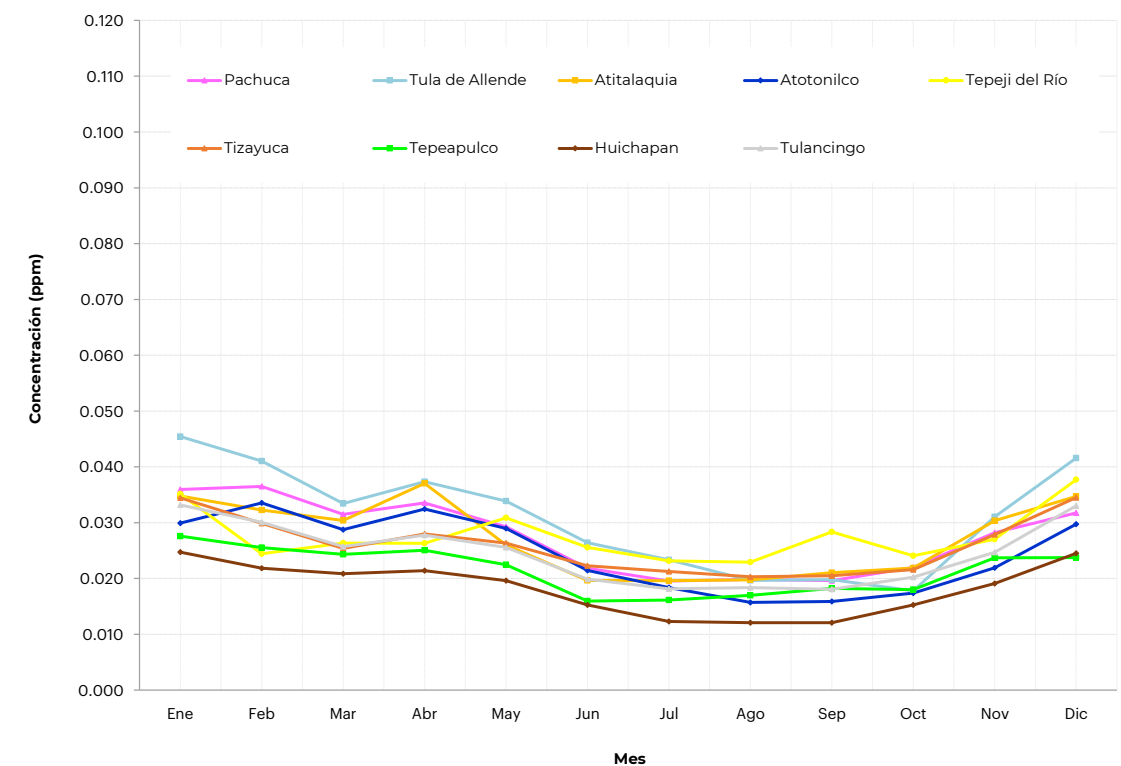
El comportamiento mensual del NO₂ se ilustra en la figura 2.20., la tendencia es parecida en todos los meses del año entre los municipios, con las concentraciones más altas en los meses de

Figura 2.19. Comportamiento mensual de SO₂.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.



enero a mayo y noviembre a diciembre, las concentraciones más bajas se alcanzan en los meses de julio a septiembre, la única excepción en este último mes es Tepeji del Río de Ocampo que presentó una concentración promedio más parecida a los meses de concentraciones altas.

Figura 2.20. Comportamiento mensual de NO₂.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Por último, para el CO (figura 2.21.) es difícil establecer una tendencia mensual del contaminante en todos los municipios, de manera general se observan dos grupos con un comportamiento diferenciado en magnitud de concentración. Con las concentraciones más altas y con mayor variabilidad se encuentran los municipios de Tula de Allende y Tizayuca, y en un segundo grupo y con menor variabilidad el resto de los municipios.

De manera general las concentraciones son más altas en los periodos de enero a mayo y de octubre a diciembre, mientras que las concentraciones

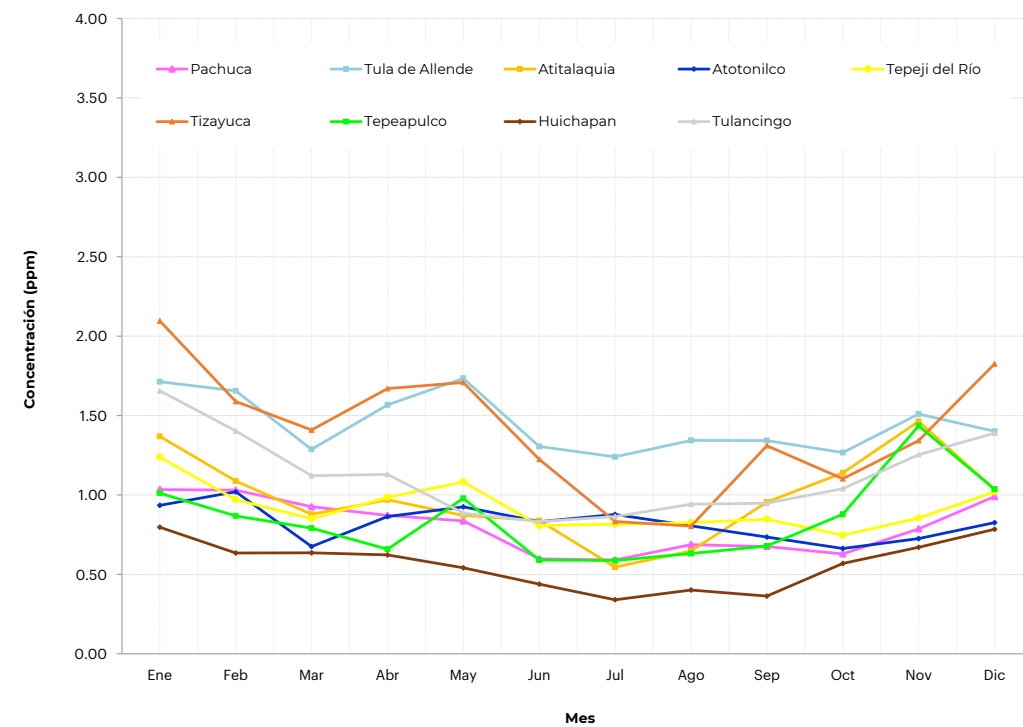
más bajas se presentan de junio a septiembre.

2.3.5.2. COMPORTAMIENTO DURANTE LOS DÍAS DE LA SEMANA

El comportamiento diario de los contaminantes medidos en las estaciones automáticas de monitoreo se muestra en las figuras 2.22. a 2.27. Para todos los municipios las concentraciones más altas de partículas menores a 10 micrómetros PM₁₀ se presentan de lunes a sábado y ligeramente más bajas en domingo (figura 2.22.).

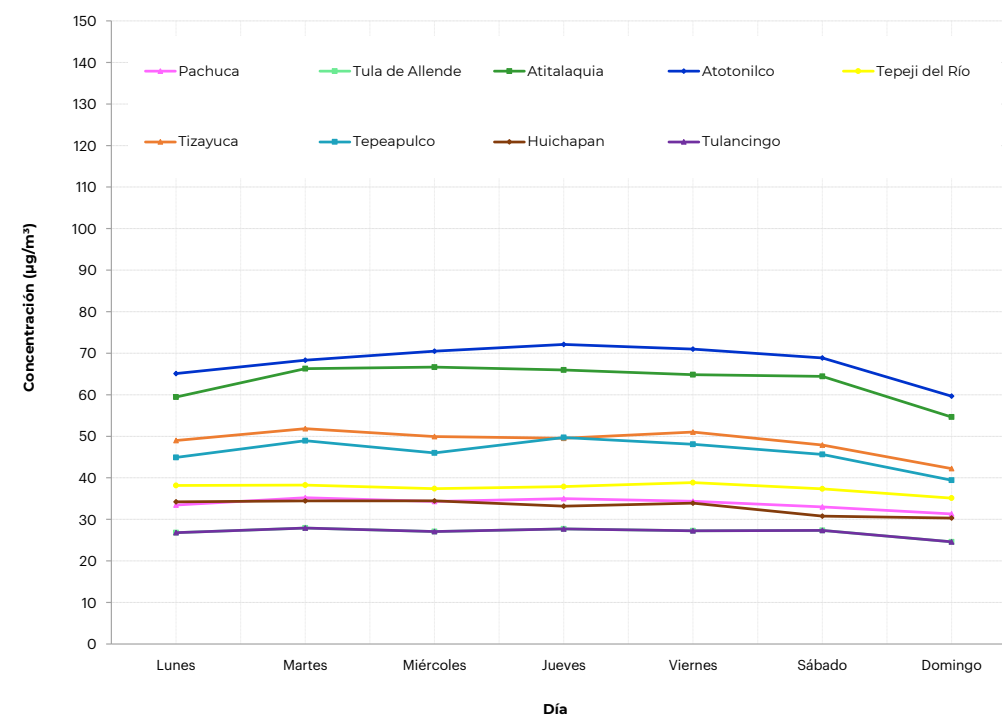
En relación al comportamiento diario de las partículas menores a 2.5 micrómetros PM_{2.5} se

Figura 2.21. Comportamiento mensual de CO.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

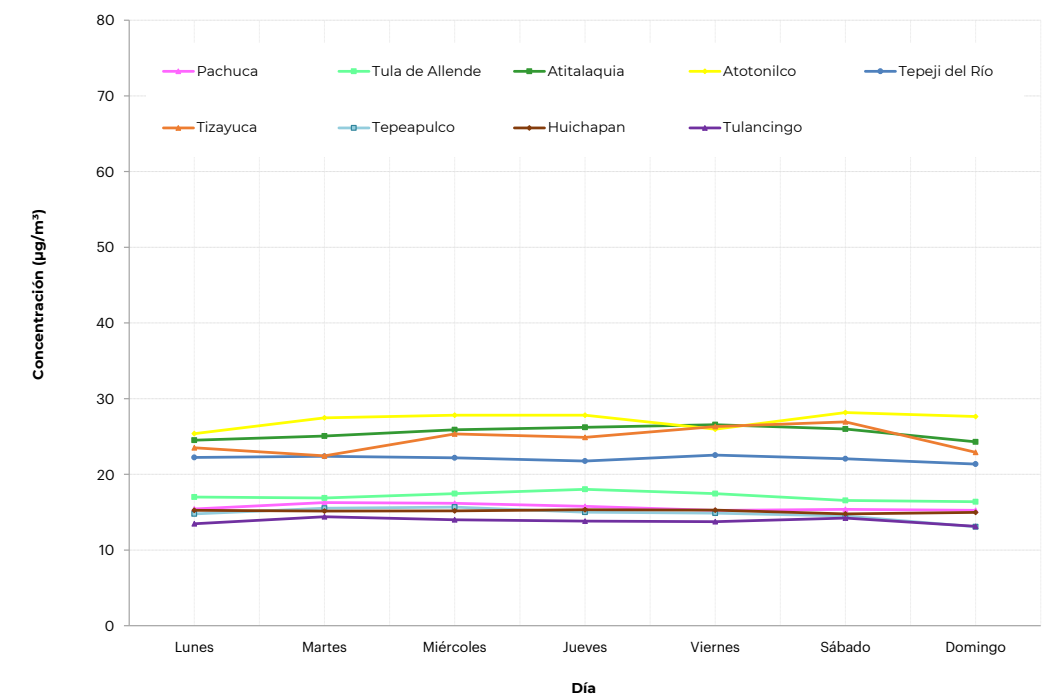
Figura 2.22. Comportamiento de PM₁₀ a lo largo de la semana.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

muestra en la figura 2.23. donde no se aprecia variación en el comportamiento de las concentraciones en los diferentes días de la semana, sólo en Atotonilco de Tula las concentraciones son ligeramente más bajas en lunes y viernes.

Figura 2.23. Comportamiento de PM_{2.5} a lo largo de la semana.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

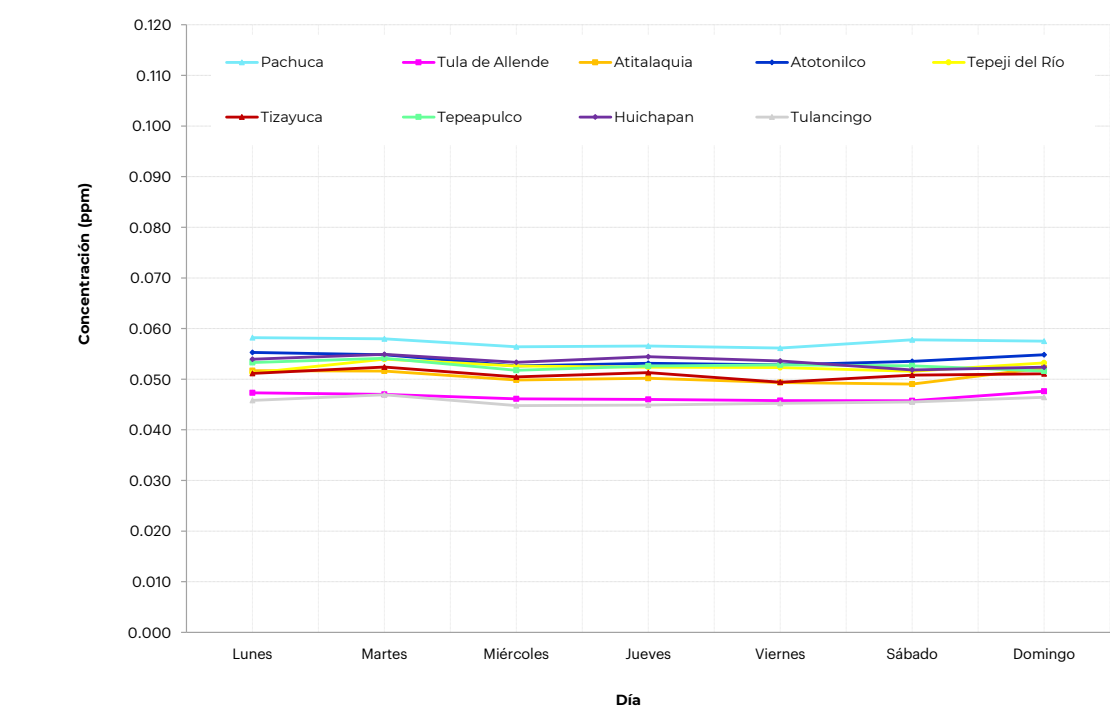
La figura 2.24. ilustra el comportamiento del ozono O₃ a lo largo de la semana, se aprecia que no hay un cambio significativo en las concentraciones diarias, situación similar a la que se presenta para el SO₂ en la figura 2.25.

En relación al NO₂ que se ilustra en la figura 2.26. se aprecia que no hubo gran variación en las concentraciones de lunes a sábado, sólo un

ligero decremento en las concentraciones del día domingo.

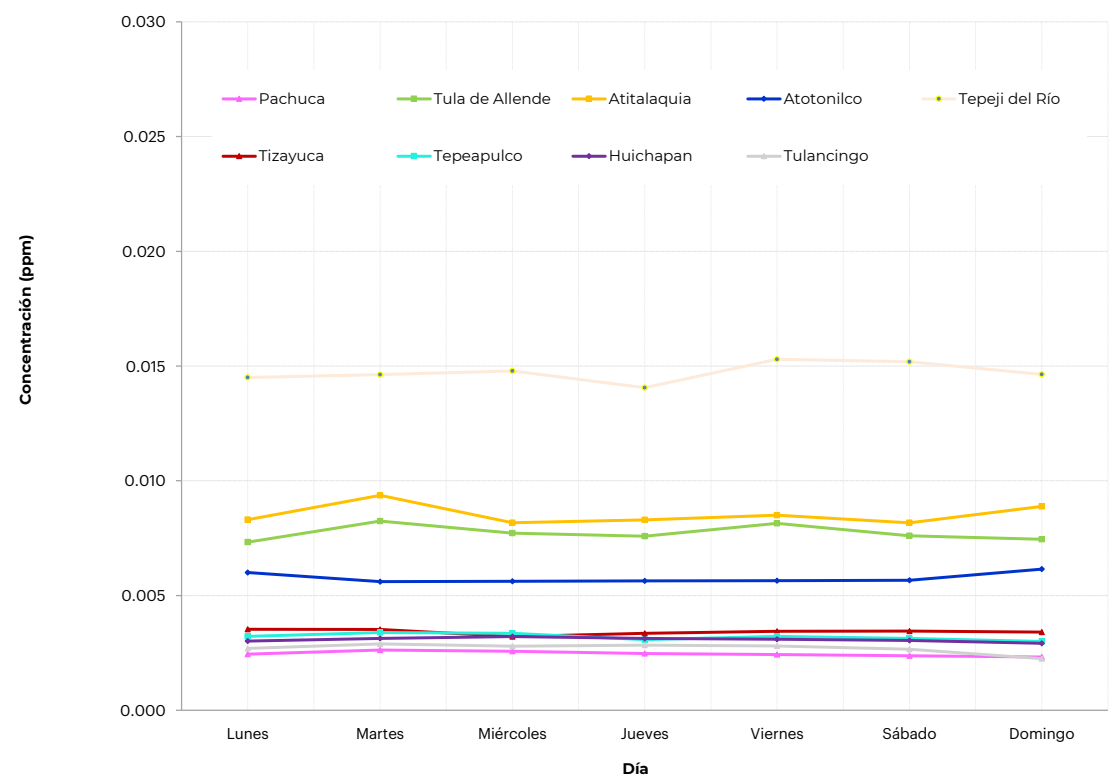
Para el CO que se ilustra en la figura 2.27. y no hay una variación en las concentraciones diarias.

Figura 2.24. Comportamiento de O₃ a lo largo de la semana.



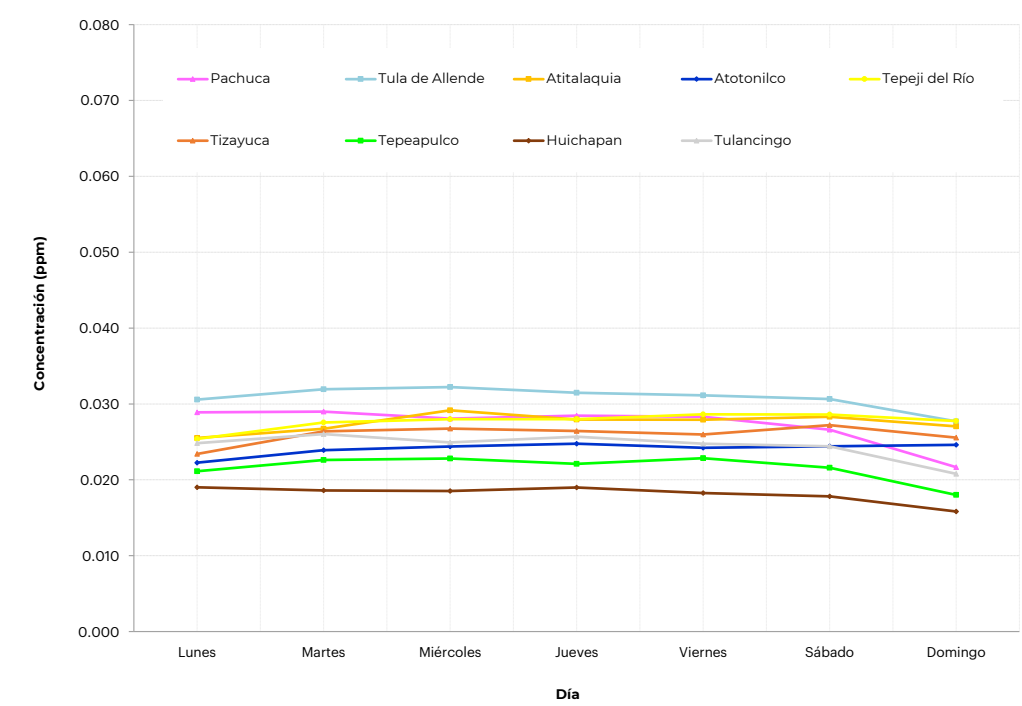
Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Figura 2.25. Comportamiento de SO₂ a lo largo de la semana.



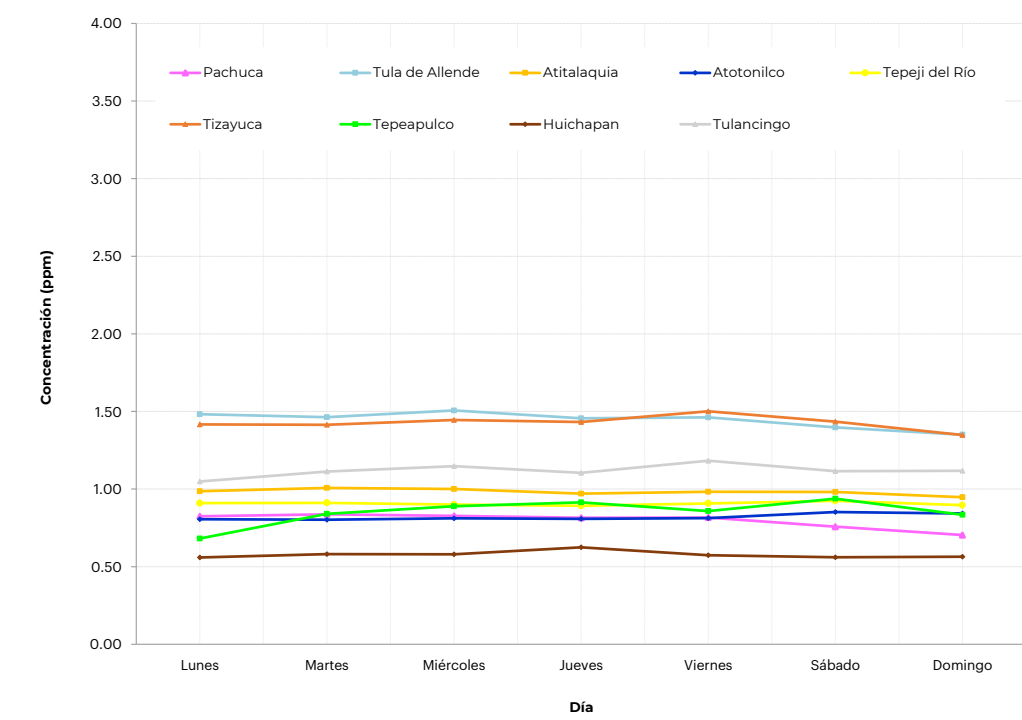
Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Figura 2.26. Comportamiento de NO₂ a lo largo de la semana.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Figura 2.27. Comportamiento de CO a lo largo de la semana.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

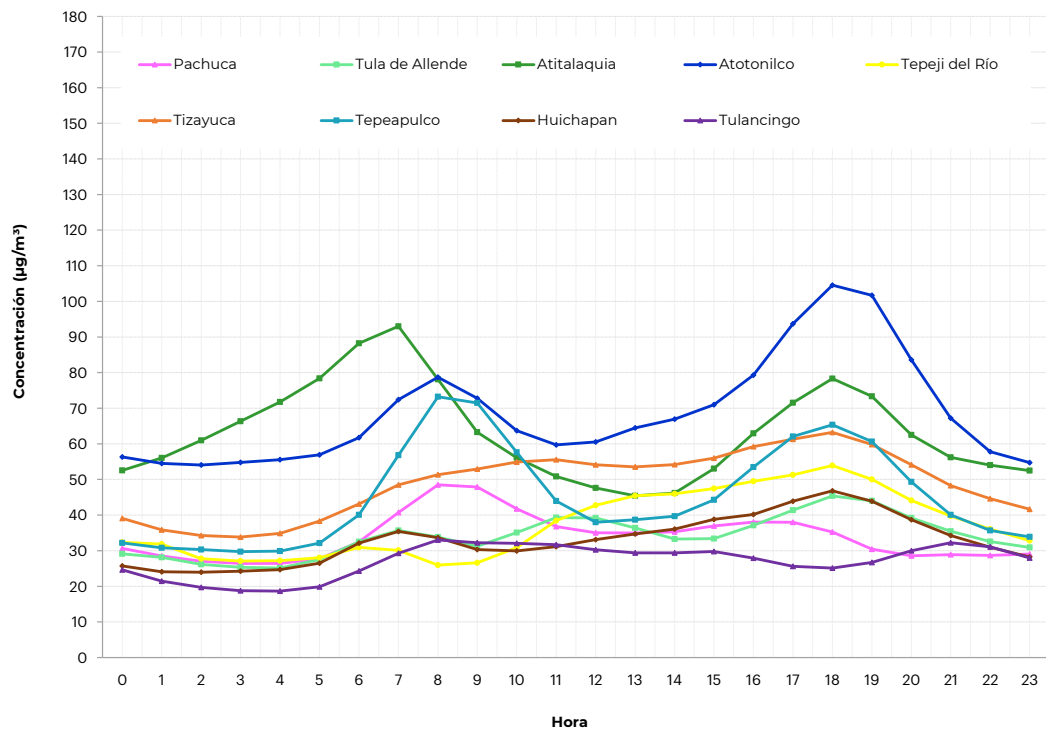
2.3.5.3. COMPORTAMIENTO DURANTE LAS HORAS DEL DÍA

El comportamiento horario de los contaminantes medidos en las estaciones automáticas de monitoreo se muestra en las figuras 2.28. a 2.33.

En la figura 2.28. se aprecia en las partículas menores de 10 micrómetros PM_{10} la típica distribución bimodal relacionada en parte a las emisiones vehiculares en los municipios de Atotonilco de Tula, Atitalaquia, Tepeapulco,

Huichapan y Pachuca de Soto, presentan el primer pico entre las 7:00 y 9:00 horas y el segundo entre las 16:00 y 20:00 horas. Sólo en Atitalaquia el primer pico se registró de las 5:00 a las 8:00 horas. En Tizayuca, Tula de Allende y Tepeji del Río de Ocampo el primer pico es poco pronunciado pareciéndose más bien a una distribución unimodal en las horas de la tarde noche. En Tulancingo de Bravo el segundo pico se aprecia a partir de las 20:00 horas.

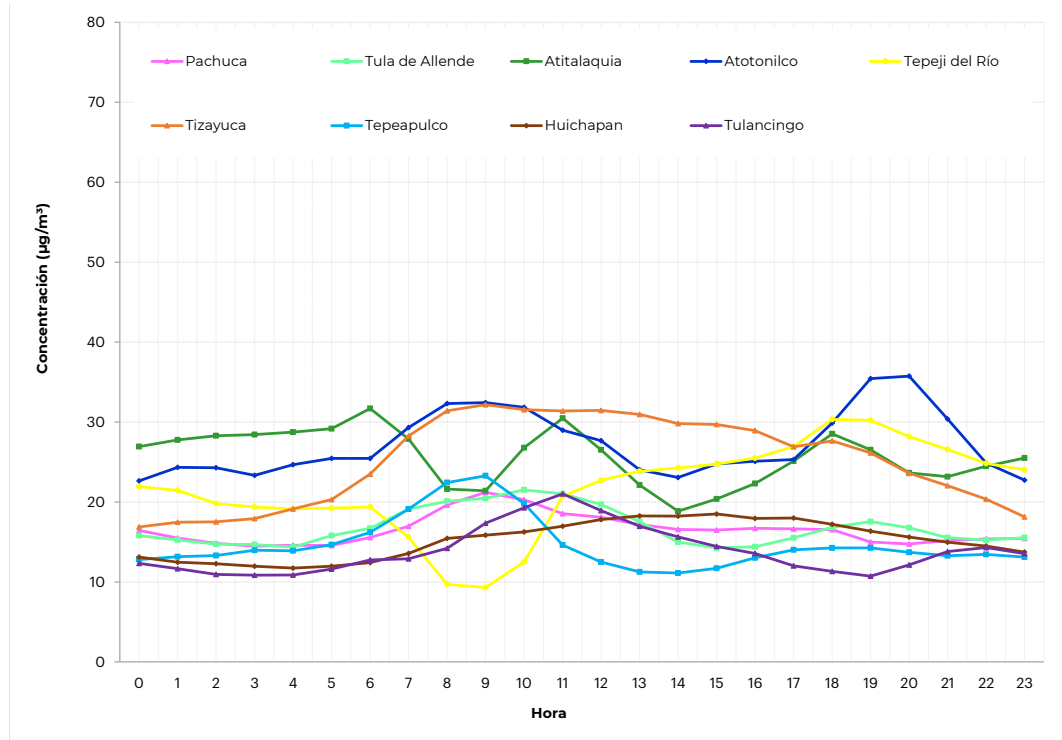
Figura 2.28. Comportamiento horario de PM_{10} .



Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Con respecto a las partículas menores a 2.5 ($PM_{2.5}$), es difícil establecer una tendencia (figura 2.29.). Sólo en Tula de Allende y Atotonilco se muestra una tendencia bimodal, el primer pico se presentó a las 9:00 horas y el segundo entre las 19:00 y 20:00 horas.

Figura 2.29. Comportamiento horario de $PM_{2.5}$.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

El comportamiento horario del ozono O_3 se ilustra en la figura 2.30., en todos los municipios se aprecia el comportamiento típico del O_3 con una distribución unimodal y de manera general los valores más altos entre las 11:00 y 14:00 horas.

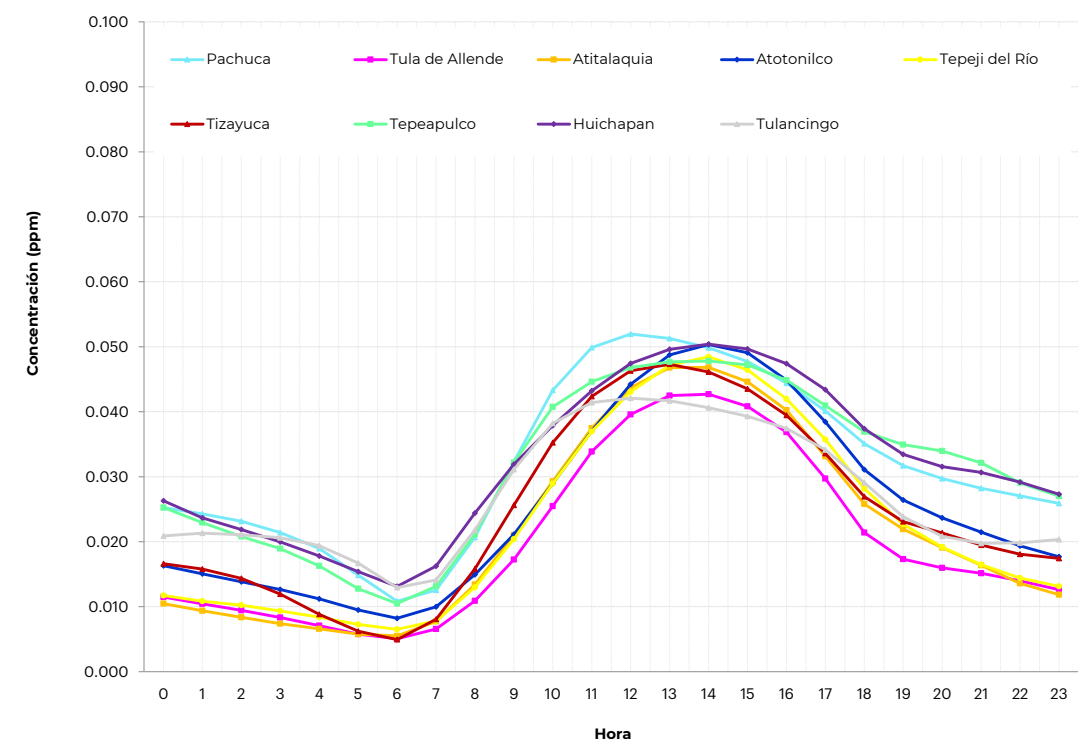
Las concentraciones de O_3 más bajas se presentan entre las 5:00 y 7:00 horas, con presencia de O_3 residual durante la noche.

En el caso del dióxido de azufre SO_2 su comportamiento horario es claramente unimodal en los municipios de Tepeji del Río de Ocampo, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Tizayuca. En Tepeji del Río de Ocampo se registró la mayor concentración a las 14:00 horas, y para el resto entre las 10:00 y 11:00 horas (ver figura 2.31.).

Con respecto al dióxido de nitrógeno NO_2 , el comportamiento horario se ilustra en la figura 2.32., se muestra la tendencia típica del contaminante con una distribución bimodal en todos los municipios. El primer pico se registra entre las 6:00 y 9:00 horas y el segundo de las 19:00 a 21:00 horas.

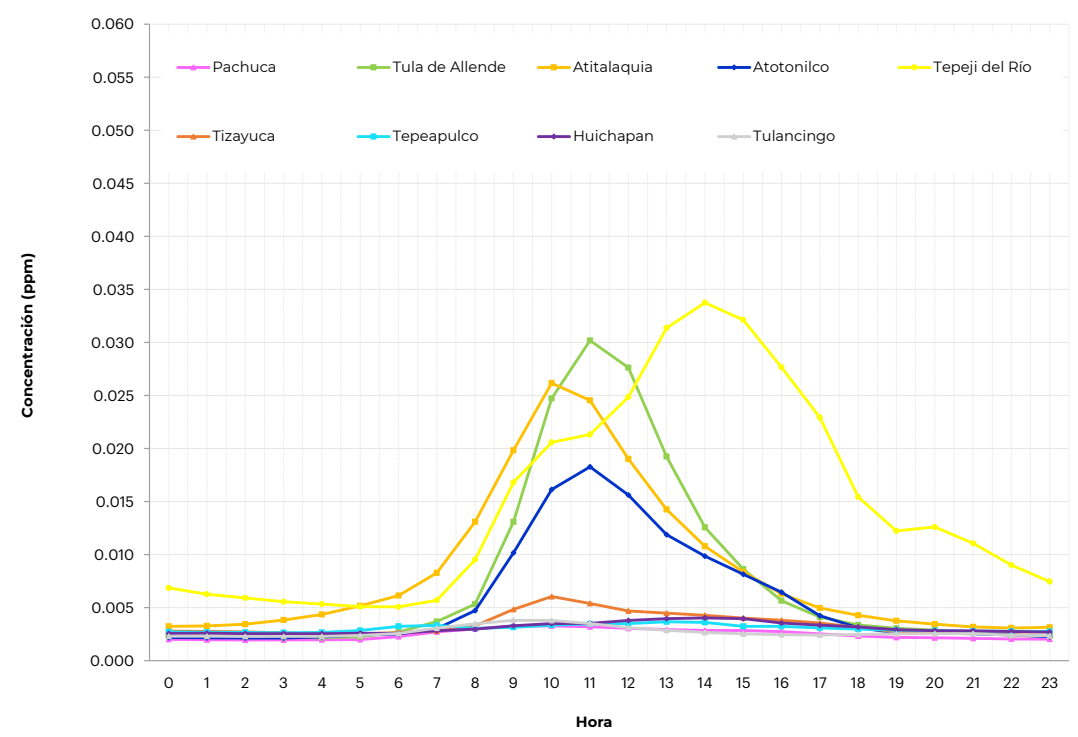
En la figura 2.33. se ilustra el comportamiento del monóxido de carbono CO durante el día. Se observa para este contaminante una distribución bimodal en todos lo municipios. El primer pico se registra entre las 7:00 y 8:00 horas, y el segundo entre las 18:00 y 20:00 horas. Pachuca de Soto, Tepeapulco, Huichapan y Tulancingo de Bravo no muestran variabilidad en las concentraciones.

Figura 2.30. Comportamiento horario de O₃.



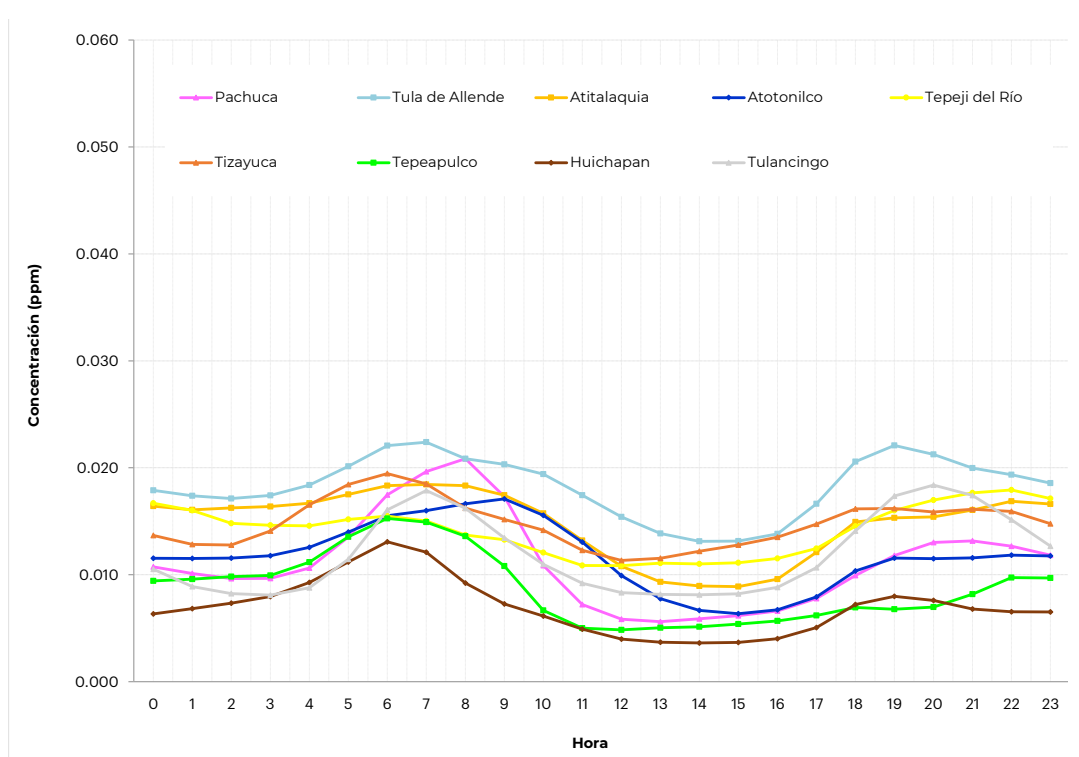
Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Figura 2.31. Comportamiento horario de SO₂.



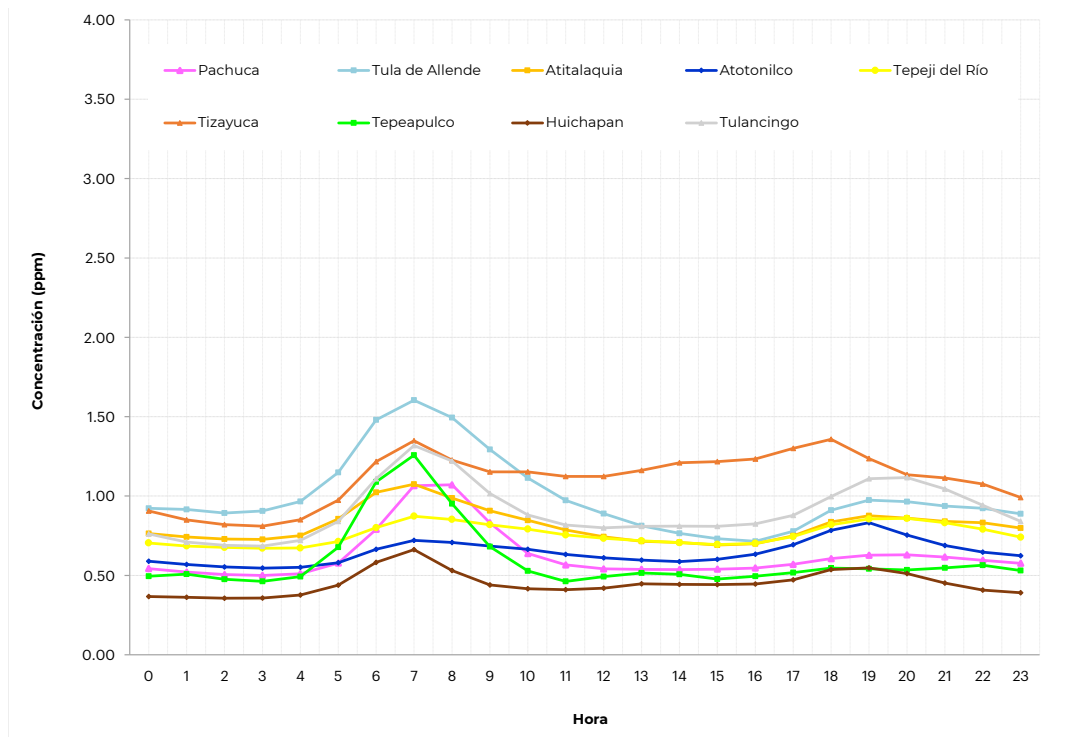
Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Figura 2.32. Comportamiento horario de NO₂.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.

Figura 2.33. Comportamiento horario de CO.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIMAEH.



RESUMEN

El Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo, SIMAEH cuenta con estaciones de monitoreo en los municipios de Pachuca de Soto, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río de Ocampo, Tlaxcoapan, Tizayuca, Lolotla, Tepeapulco, Huichapan, Zapotlán de Juárez y Tulancingo de Bravo.

En el periodo en que se realizó la evaluación del cumplimiento de las NOM de calidad del aire, se presentaron problemas de calidad del aire por PM_{10} , $PM_{2.5}$, O_3 y SO_2 , en este último debido a que en febrero de 2020 entraron en vigor dos nuevos límites, que se sobrepasaron en Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Tepeji del Río de Ocampo.

En el caso de CO y NO_2 se cumplió con los límites permisibles establecidos en sus respectivas NOM en todas las estaciones y años del periodo analizado.

De acuerdo con el SIMAEH, los municipios que presentan mayores problemas en la calidad del aire son: Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tula de Allende, Pachuca de Soto, Tizayuca y en menor grado Tepeapulco, Huichapan y Tulancingo de Bravo.



CAPÍTULO 3

INVENTARIO DE EMISIONES

3.1. BALANCE DE ENERGÍA

La emisión de contaminantes está determinada en gran medida, por la cantidad y calidad de los combustibles que son utilizados en los procesos y actividades para satisfacer las necesidades de la población.

Durante 2018 en el estado de Hidalgo se utilizaron 198.7 PJ, lo que representa el 3.7% respecto al total nacional (5,393.5 PJ), esto determinado del balance de energía de ese mismo año (SENER, 2019).

El consumo energético por fuente y tipo de combustible durante 2018 en el estado de Hidalgo fue el siguiente:

Cuadro 3.1. Consumo energético por sector y tipo de combustible en el estado de Hidalgo, 2018.			
Fuente	Combustible	PJ	%
Industria	Combustóleo pesado	73.7	66.6
	Gas natural	34.1	
	Coque de carbón	11.0	
	Coque de petróleo	9.8	
	Carbón subituminoso	1.9	
	Diésel normal	1.0	
	Gas LP	0.4	
	Combustibles alternos	0.2	
	Combustibles formulados	0.1	
	Combustóleo ligero	0.1	
Transporte	Gasolina	26.5	23.5
	Diésel	20.3	
Doméstico	Gas LP	7.1	9.2
	Leña	11.2	
Comercial	Gas LP	1.4	0.7
Total		198.8	100

Fuente: Elaboración propia a partir del Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Como se observa, entre los sectores industrial y transporte consumen el 90% de la energía utilizada en la entidad. Por tipo de combustible el combustóleo pesado genera el 37.4% de la energía consumida, el 17.3% corresponde al gas natural, seguido del 13.4% de gasolina; 10.3% de diésel; 5.7% de leña; 5.5% del uso de coque de carbón, entre los más destacados.

3.2. INVENTARIO DE EMISIONES DEL 2016 VS. 2018

fueron generados de forma homologada, lo que permite hacerlos comparables a fin de dar seguimiento a su evolución.

La elaboración de un inventario de emisiones permite identificar y jerarquizar las fuentes de emisión, así como su contribución de forma espacial (dónde se emiten) y temporal (cuándo se emiten). Los inventarios con que se cuenta

Los resultados por tipo de fuente del inventario año 2018 comparado con el inventario año 2016 se muestran en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Emisiones totales de contaminantes por fuente emisora en el estado de Hidalgo, 2016 vs. 2018.									
Fuente	Contaminantes (Mg/año), 2016								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Fijas	12,062.0	8,497.9	148,339.3	9,838.0	31,605.1	4,038.7	257.8	9,110.4	412.5
Móviles	2,546.3	2,335.0	761.9	95,886.6	30,770.3	10,820.1	151.5	496.3	535.9
Móviles no carreteras	195.4	189.3	79.8	1,025.4	1,976.1	194.3	2.0	27.9	73.4
Área	24,859.0	9,807.3	248.2	67,341.1	11,304.8	34,379.4	18,886.5	33,580.7	776.8
Naturales	4,993.8	749.1	NA	NA	24,178.0	122,044.2	NA	NA	NA
Total	44,656.5	21,578.6	149,429.2	174,091.1	99,834.3	171,476.7	19,297.8	43,215.3	1,798.6
Fuente	Contaminantes (Mg/año), 2018								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Fijas	8,238.8	5,571.1	201,545.2	14,657.5	24,688.6	3,831.2	252.8	132.0	343.9
Móviles	2,063.6	1,889.2	634.9	98,828.1	26,038.6	11,430.3	159.7	567.2	315.2
Móviles no carreteras	58.2	56.4	24.3	363.5	627.9	62.4	0.6	8.6	21.8
Área	28,972.8	11,709.9	660.2	94,179.5	9,637.3	49,798.7	22,462.0	89,861.3	910.9
Naturales	3,518.1	527.7	NA	NA	27,988.9	112,845.3	NA	NA	NA
Total	42,851.6	19,754.3	202,864.6	208,028.6	88,981.3	177,967.9	22,875.1	90,569.1	1,591.9

NA_No aplica

Fuente: Gobierno del Estado de Hidalgo, 2022. Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Se observa para fuentes fijas un aumento considerable en las emisiones de dióxido de azufre SO₂ y monóxido de carbono CO. El SO₂ se relaciona con el tipo y cantidad de combustibles utilizado en el 2018, donde hubo mayor consumo de combustibles con alto contenido en azufre. Referente al CO se atribuye a la baja eficiencia de combustión en algunos de los sectores industriales. La disminución del material particulado PM₁₀ y PM_{2.5} en fuentes fijas está relacionada al uso de equipos de control en diversos sectores industriales.

Respecto a las fuentes móviles la disminución en las emisiones de los contaminantes del año 2016 al 2018 está relacionada con una actualización en el cálculo de emisiones. También se obtuvo información local con mayor nivel de detalle respecto al sector transporte, tanto en el tipo de unidades como en su actividad vehicular.

Las fuentes de área presentan un aumento considerable en las emisiones de compuestos orgánicos volátiles COV del 2016 al 2018, atribuible principalmente a la subcategoría de aguas residuales, ya que en el 2018 se integró

la estimación de COV de la planta tratadora de aguas residuales ubicada en Atotonilco de Tula.

Respecto a las emisiones de gases de combustión se tuvo un incremento del 2016 al 2018, por un aumento en el consumo de combustibles residenciales. En la subcategoría de ladrilleras el incremento se debió a que se contó con información más detallada del padrón del sector. Para el caso de partículas, el aumento se atribuye en gran parte al haber incluido una mayor cantidad de establecimientos de bancos de materiales pétreos.

Las emisiones calculadas de las fuentes naturales dependen tanto del tipo de vegetación, datos meteorológicos y erosión. Se observa una disminución de material particulado debido a que en la categoría de erosivas (erosión del suelo) se estimaron las emisiones considerando el parámetro de precipitación pluvial a lo largo del año, aunado a esto, se realizó la estimación por área geográfica. De igual manera, para la categoría de biogénicas se consideraron de forma local los parámetros meteorológicos y el tipo de vegetación.



3.3. EMISIONES TOTALES PARA LA ENTIDAD

El inventario de emisiones contaminantes año base 2018, considera información de 23 sectores industriales de las fuentes fijas, 33 fuentes de área, 10 fuentes móviles carreteras, 3 fuentes móviles no carreteras y 2 fuentes naturales.

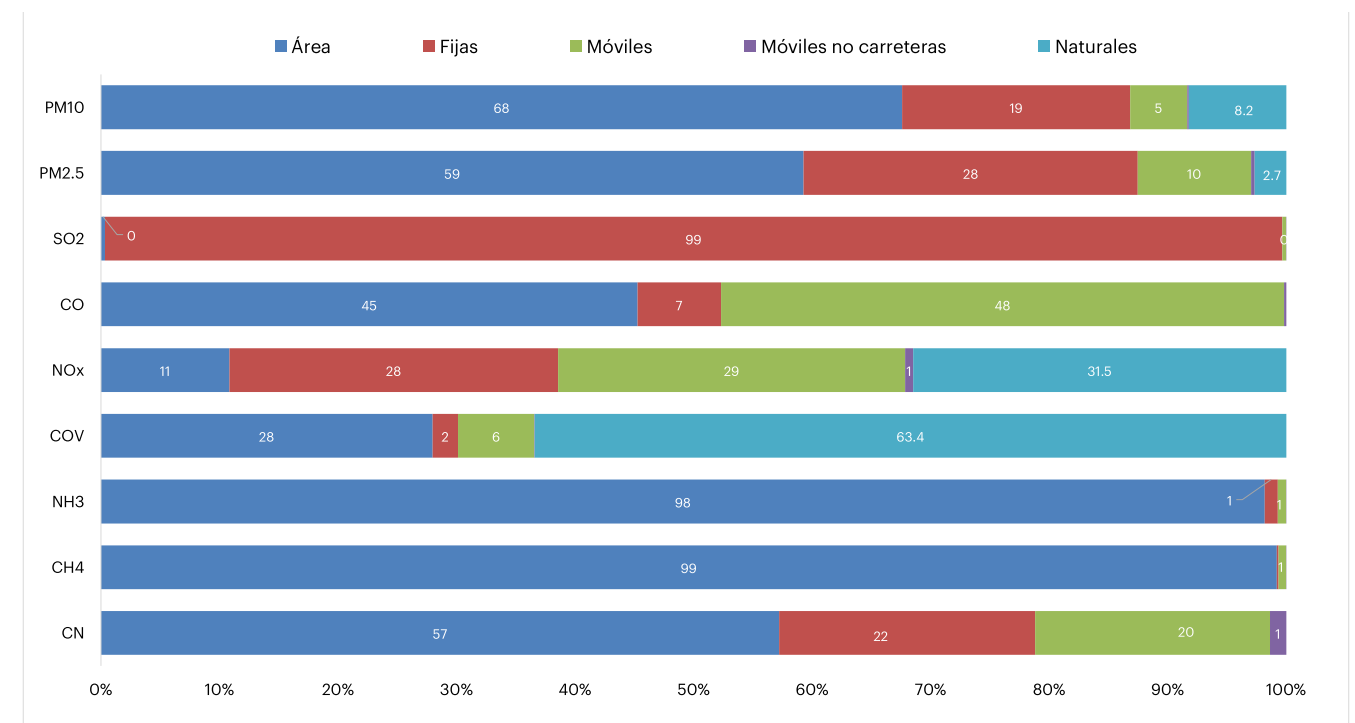
Como se observa en la figura 3.1. y el cuadro 3.3. se consideran todas las fuentes, antropogénicas (área, fijas, móviles y móviles no carreteras) y naturales. Las de área contribuyen en forma significativa en la emisión de partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros PM₁₀ y PM_{2.5}, en un 67.6% y 59.3%, respectivamente, así como en el aporte de amoníaco NH₃ con 98.2%, 99.2%.

En relación a las fuentes fijas, el contaminante que más se emite es el dióxido de azufre SO₂, contribuyendo con 99.3%. También tienen emisiones importantes entre 19% y 28% del total de PM₁₀, PM_{2.5}, óxidos de nitrógeno NOx y CN.

Las fuentes móviles que circulan por carreteras emiten principalmente monóxido de carbono CO en 47.5%, 29.3% de NOx y 19.8% de CN. Respecto a la contribución de las fuentes móviles no carreteras su mayor aporte es la emisión del 1.4% de CN.

Las fuentes naturales contribuyen con 63.4% de los compuestos orgánicos volátiles COV que se generan en el estado, los cuales provienen de las emisiones biogénicas.

Figura 3.1. Emisión de contaminante por fuente en el estado de Hidalgo.



Fuente: Gobierno del Estado de Hidalgo, 2022. Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Cuadro 3.3. Emisiones totales por fuente en el estado de Hidalgo, 2018.									
Fuente	Mg/año								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Fijas	8,238.8	5,571.1	201,545.2	14,657.5	24,688.6	3,831.2	252.8	132.0	343.9
Móviles	2,063.6	1,889.2	634.9	98,828.1	26,038.6	11,430.3	159.7	567.2	315.2
Móviles no carreteras	58.2	56.4	24.3	363.5	627.9	62.4	0.6	8.6	21.8
Área	28,972.8	11,709.9	660.2	94,179.5	9,637.3	49,798.7	22,462.0	89,861.3	910.9
Naturales	3,518.1	527.7	NA	NA	27,988.9	112,845.3	NA	NA	NA
Total	42,851.6	19,754.3	202,864.6	208,028.6	88,981.3	177,967.9	22,875.1	90,569.1	1,591.9
Fuente	%								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Fijas	19.2	28.2	99.3	7.0	27.7	2.2	1.1	0.1	21.6
Móviles	4.8	9.6	0.3	47.5	29.3	6.4	0.7	0.6	19.8
Móviles no carreteras	0.1	0.3	0.0	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4
Área	67.6	59.3	0.3	45.3	10.8	28.0	98.2	99.2	57.2
Naturales	8.2	2.7	NA	NA	31.5	63.4	NA	NA	NA
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

NA_No aplica; NS_No significativo.
Nota: los valores presentados como 0.0 es un valor entre 0 y 0.1.
Fuente: Gobierno del Estado de Hidalgo, 2022. Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

3.3.1 EMISIONES POR CATEGORÍAS PARA CADA CONTAMINANTE

Para cada contaminante, se presentan en la figura 3.2. las principales categorías y subcategorías de emisión localizadas para el estado de Hidalgo en 2018.

El resto de las categorías y/o subcategorías se han agregado con el título de “otros”.



Figura 3.2. Principales categorías de emisión por tipo de contaminante en el estado de Hidalgo.

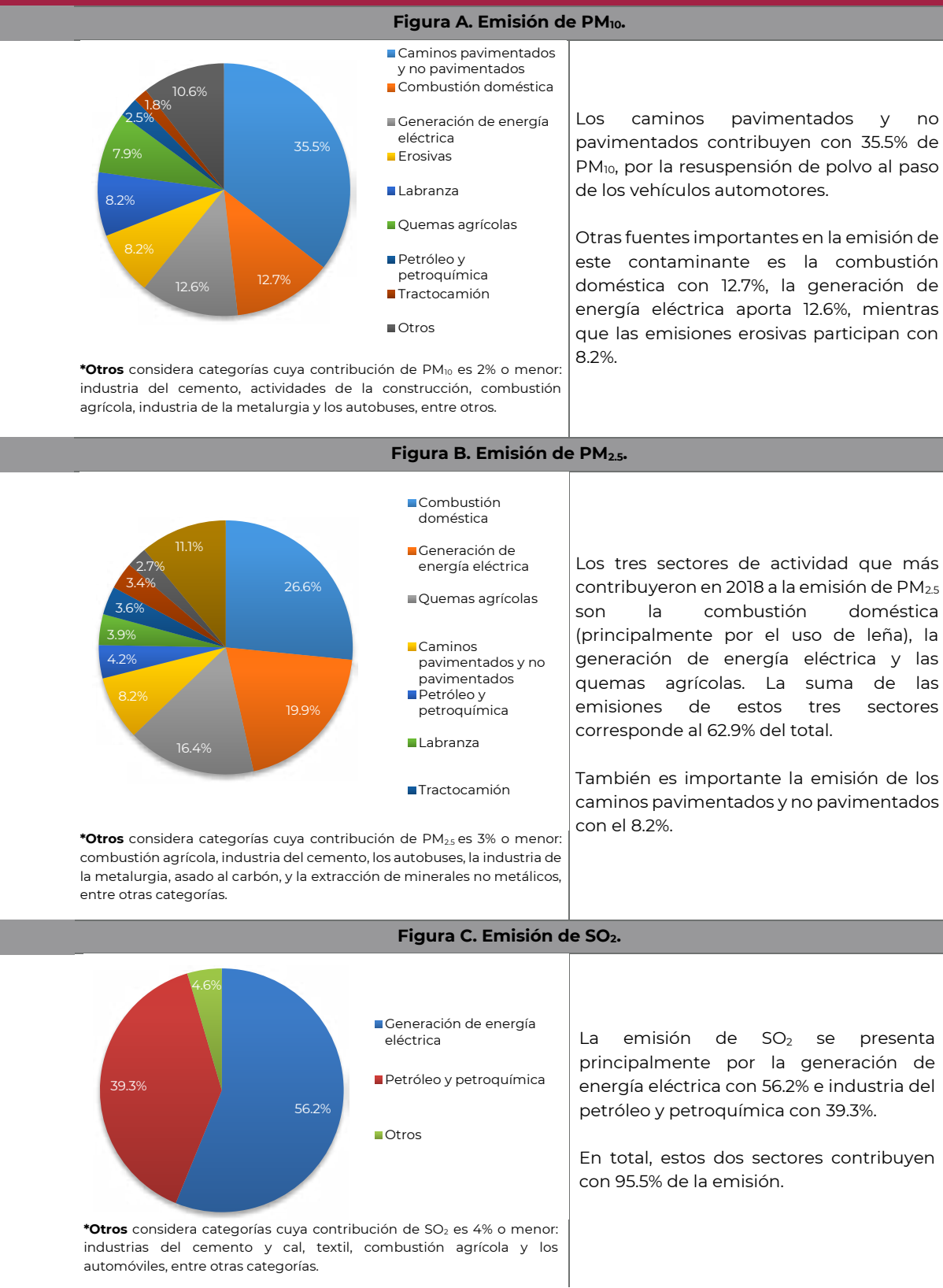
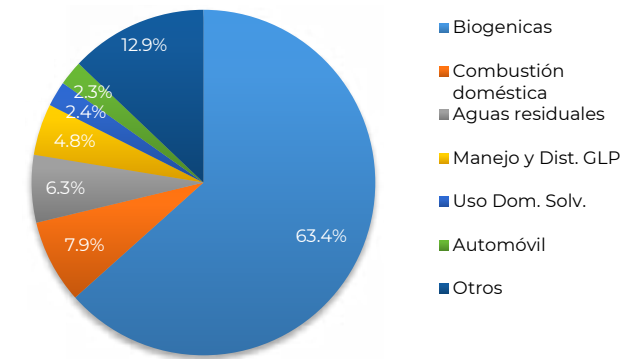


Figura D. Emisión de COV.

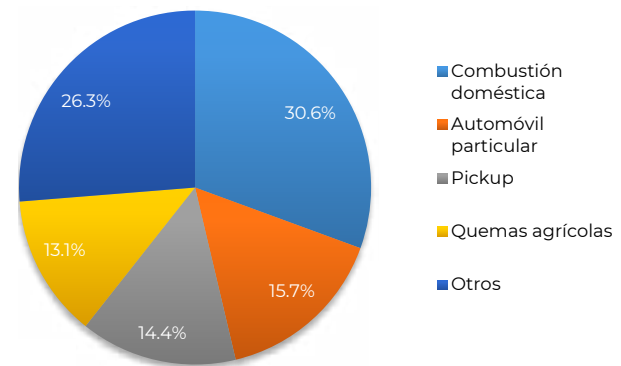


***Otros** considera categorías cuya contribución de COV es menor del 1%: limpieza de superficies industriales, petróleo y petroquímica, camionetas particulares, recubrimiento de superficies arquitectónicas, rellenos sanitarios, manejo y distribución de combustibles, entre otros.

La principal emisión de COV corresponde a la actividad biogénica con 63.4%, seguida por la combustión doméstica con 7.9% y las aguas residuales con 6.3%.

Estas tres categorías contribuyen con 77.6% de este contaminante.

Figura E. Emisión de CO.

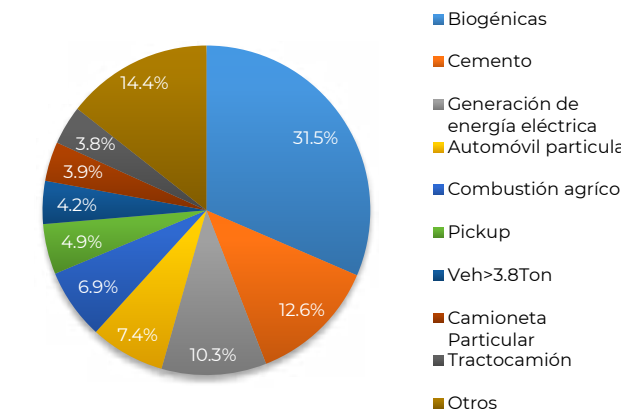


***Otros** considera categorías cuya contribución de CO es 6% o menor: camionetas particulares, vehículos mayores y menores a 3.8 toneladas, generación de energía eléctrica, combustión agrícola, entre otros.

Las cuatro principales categorías de emisión de CO son la combustión doméstica, el uso de autos particulares, las pick up y las quemas agrícolas.

En conjunto, estas categorías contribuyeron con 73.8% de este contaminante.

Figura F. Emisión de NOx.



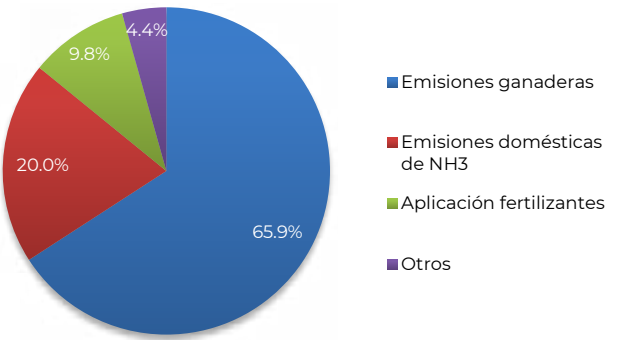
***Otros** considera categorías cuya contribución de NOx es 3% o menor: quemas agrícolas, vehículos menores a 3 toneladas, equipo de la construcción y la industria de la celulosa y el papel.

Los NOx son emitidos principalmente por la actividad biogénica en 31.5%.

En cuanto a las fuentes antropogénicas, la industria del cemento contribuye con 12.6%, la generación de energía eléctrica con 10.3% y la combustión agrícola con 7.4%.

Las cuatro principales categorías de emisión aportan 61.8% de los NOx.

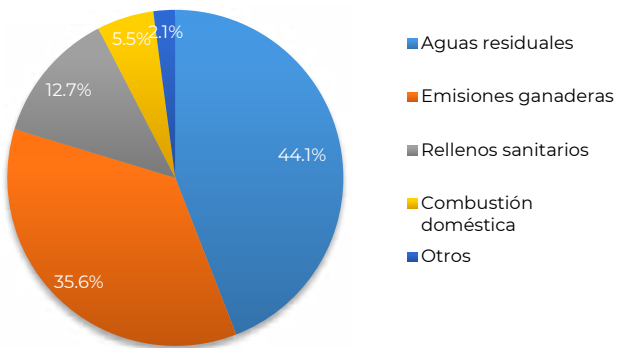
Figura G. Emisión de NH3.



***Otros** considera categorías cuya contribución de NH3 es 2% o menor: quemas agrícolas, combustión agrícola, generación de energía eléctrica, petróleo y petroquímica, autos particulares, entre otras categorías.

Las categorías de las fuentes de área son las principales generadoras de NH3, entre las cuales destacan: emisiones ganaderas con 65.9%, emisiones domésticas con 20.0% y la aplicación de fertilizantes con 9.8%.

Figura H. Emisión de CH4.

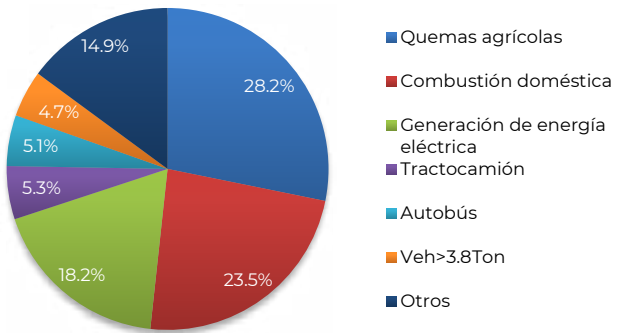


***Otros** considera categorías cuya contribución de CH4 es 2% o menor: quemas agrícolas, vehículos automotores, incendios forestales, entre otros.

Las aguas residuales son la principal categoría de emisión de este contaminante con 44.1%, seguido de emisiones ganaderas con 35.6% y rellenos sanitarios con 12.7%.

En conjunto, las emisiones de estas tres categorías representan el 92.4% de CH4.

Figura I. Emisión de CN.



***Otros** considera categorías cuya contribución de CN es 4% o menor: petróleo y petroquímica, vehículos autmtores, incendios forestales y combustión agrícola, entre las categorías más importantes.

La generación del carbono negro, CN está relacionada directamente con los procesos de combustión. Las quemas agrícolas contribuyeron con la emisión del 28.2%, la combustión doméstica 23.5% y la generación de energía eléctrica el 18.2%.



3.3.2. EMISIONES DE CONTAMINANTES POR MUNICIPIO

Del análisis de las emisiones por municipio, que se presentan en el cuadro 3.4, destaca que para partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros PM_{10} y $PM_{2.5}$ Tula de Allende es el municipio en el que se genera la mayor cantidad de estos contaminantes, con 16.6% y 23.4%, respectivamente. También en estos contaminantes sobresalen Pachuca de Soto, Tulancingo de Bravo y Atitalaquia.

El dióxido de azufre SO_2 se produce prácticamente en su totalidad por el sector industrial presente en Tula de Allende 56.3%, seguido de Atitalaquia 39.3%. El monóxido de carbono CO es emitido en mayor cantidad en Pachuca de Soto con 12.6%, lo que se relaciona directamente con fuentes móviles; y Tula de Allende con el 8.9% por la industria del cemento, combustión doméstica y automóviles particulares.

Al igual que el CO , los óxidos de nitrógeno NO_x se generan principalmente en Tula de Allende, 19.4% por el sector industrial; seguido de Atotonilco de Tula, 6.6% por la industria del cemento, principalmente. En Pachuca de Soto el CO se genera en su mayoría por las fuentes móviles.

Los compuestos orgánicos volátiles COV son generados en los municipios de Tlanchinol y Atotonilco de Tula con el 7.2% cada uno y en Huautla 4.9%. Las emisiones en Tlanchinol y en Huautla se generan, principalmente, por la categoría biogénica, mientras que en Atotonilco de Tula por el tratamiento de aguas residuales.

El amoníaco NH_3 se emite principalmente en Tecozautla con 12.3% y en Tizayuca con 6.5%, ambos relacionados con la actividad ganadera; mientras que las emisiones de metano CH_4 se producen en mayor cantidad en Atotonilco de Tula 44.0%, debido al tratamiento de aguas residuales, así como en Tizayuca 6.5% por emisiones ganaderas.

Finalmente, el carbono negro CN se emite en un 21.9% en Tula de Allende, principalmente por la generación de energía eléctrica.

Cuadro 3.4. Emisiones por municipio del estado de Hidalgo.		
Contaminante	Municipio	Categoría
PM ₁₀ Partículas menores a 10 micras	Tula de Allende – 16.6%	Generación de energía eléctrica – 74.8% Caminos pavimentados y no pavimentados – 10.8%
	Pachuca de Soto – 8.9%	Caminos pavimentados y no pavimentados – 78.9% Combustión doméstica – 14.8%
	Tulancingo de Bravo – 4.6%	Caminos pavimentados y no pavimentados – 64.6% Combustión doméstica – 15.4%
PM _{2.5} Partículas menores a 2.5 micras	Tula de Allende – 23.4%	Generación de energía eléctrica – 83.5% Combustión doméstica – 4.5%
	Pachuca de Soto – 5.4%	Combustión doméstica – 51.5% Caminos pavimentados y no pavimentados – 30.2%
	Atitalaquia – 5.0%	Petróleo y petroquímica – 85.1% Combustión doméstica – 5.5%
SO ₂ Dióxido de azufre	Tula de Allende – 56.3%	Generación de energía eléctrica – 99.8% Cemento – 0.1%
	Atitalaquia – 39.3%	Petróleo y petroquímica – 99.9%
	Santiago de Anaya – 3.1%	Cemento – 99.7%
CO Monóxido de carbono	Pachuca de Soto – 12.6%	Automóviles particulares – 28.0% Combustión doméstica – 25.1% Pick-up – 20.4%
	Tula de Allende – 8.9%	Cemento – 48.3% Combustión doméstica – 13.6% Automóviles particulares – 10.0%
	Tulancingo de Bravo – 6.0%	Combustión doméstica – 28.3% Automóviles particulares – 22.1% Pick-up – 20.5%
NOx Óxidos de nitrógeno	Tula de Allende – 19.4%	Generación de energía eléctrica – 51.0% Cemento – 32.1% Biogénicas – 3.5%
	Atotonilco de Tula – 6.6%	Cemento – 84.8% Biogénicas – 3.2% Tractocamiones – 3.1%
	Pachuca de Soto – 4.9%	Automóviles particulares – 33.8% Pick-up – 18.1% Camionetas particulares – 17.1%
COV Compuestos orgánicos volátiles	Tlanchinol – 7.2%	Biogénicas – 97.2%
	Atotonilco de Tula – 7.2%	Aguas residuales – 86.7% Cemento – 6.2%
	Huautla – 4.9%	Biogénicas – 97.4% Combustión doméstica – 1.2%

Contaminante	Municipio	Categoría
NH ₃ Amoníaco	Tecozautla – 12.3%	Emisiones ganaderas – 95.4% Emisiones domésticas – 3.0%
	Tizayuca – 6.5%	Emisiones ganaderas – 87.9% Emisiones domésticas – 9.9%
	Zempoala – 4.9%	Emisiones ganaderas – 86.7% Aplicación de fertilizante – 5.4% Emisiones domésticas – 5.3%
CH ₄ Metano	Atotonilco de Tula – 44.0%	Aguas residuales – 98.8% Emisiones ganaderas – 1.0%
	Tizayuca – 6.7%	Emisiones ganaderas – 92.6% Combustión doméstica – 3.6%
	Pachuca de Soto – 4.7%	Rellenos sanitarios – 81.4% Combustión doméstica – 12.1%
CN Carbono negro	Tula de Allende – 22.0%	Generación de energía eléctrica – 81.7% Combustión doméstica – 4.3%
	Pachuca de Soto – 4.5%	Combustión doméstica – 53.8% Autobuses – 8.8% Quemas agrícolas – 7.0%
	Atitalaquia – 3.8%	Petróleo y petroquímica – 84.0% Combustión doméstica – 6.5% Quemas agrícolas – 3.4%

Fuente: Gobierno del Estado de Hidalgo, 2022. Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

3.4. EMISIONES POR CUENCA ATMOSFÉRICA

Se presentan los resultados de las emisiones por tipo de contaminante en cada una de las 3 Cuencas Atmosféricas. Las emisiones de los municipios del estado de Hidalgo que no pertenecen a las cuencas de Pachuca, Tula o

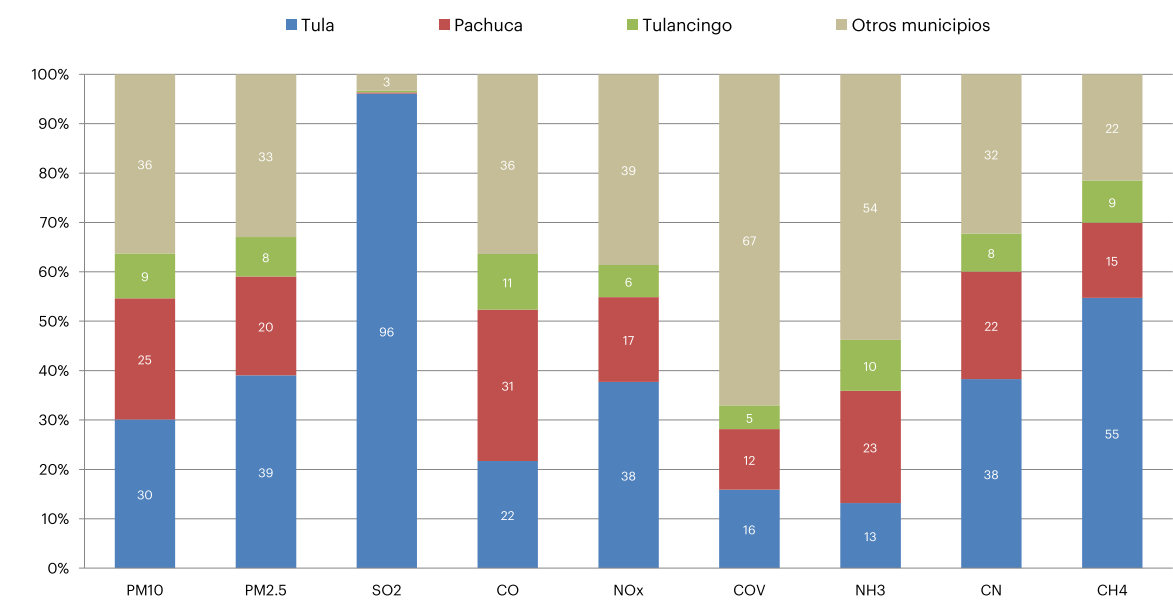
Tulancingo, fueron conjuntadas en la categoría de “otros municipios”.

Las emisiones por Cuenca Atmosférica se muestran en el cuadro 3.5. y figura 3.3, se muestra la comparación de emisiones generadas por cada Cuenca Atmosférica contra el resto del estado.

Cuadro 3.5. Emisiones por cuenca atmosférica y tipo de contaminante en el estado de Hidalgo, 2018.									
Cuenca	Mg/año								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Tula	12,898.4	7,707.6	194,883.7	45,185.4	33,564.4	28,309.3	3,012.2	49,579.1	609.4
Pachuca	10,523.4	3,958.3	565.6	63,729.1	15,278.0	21,788.8	5,199.6	13,747.7	346.5
Tulancingo	3,888.6	1,572.9	645.8	23,415.5	5,775.9	8,560.5	2,363.2	7,752.7	122.8
Otros municipios	15,541.1	6,515.7	6,769.5	75,698.7	34,363.2	119,309.3	12,300.1	19,489.6	513.3
Total Estatal	42,851.6	19,754.3	202,864.6	208,028.6	88,981.3	177,967.9	22,875.1	90,569.1	1,591.9

Fuente: Elaboración propia con información del Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Figura 3.3. Comparación de emisiones generadas por cada Cuenca Atmosférica contra el resto del estado de Hidalgo.



Fuente: Elaboración propia con información del Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

La comparación entre Cuencas Atmosféricas muestra que la Cuenca Atmosférica de Tula es la que más emisiones genera, le sigue la Cuenca Atmosférica de Pachuca y en tercer lugar la Cuenca Atmosférica de Tulancingo.

En la Cuenca Atmosférica de Tula los contaminantes que más se generan son el dióxido de azufre SO₂ con 96%, metano CH₄ con 55%, carbono negro CN con 38% y partículas menores a 2.5 micrómetros PM_{2.5} 39%.

En la Cuenca Atmosférica de Pachuca los contaminantes que más se generan son monóxido de carbono CO con el 31% y 23% de amoníaco NH₃.

La emisión de contaminantes en la Cuenca Atmosférica de Tulancingo no es representativa

en comparación con las otras cuencas y únicamente se puede destacar la emisión de monóxido de carbono CO con 11%.

En los otros municipios de la entidad que no pertenecen a las cuencas de Pachuca, Tula o Tulancingo sobresalen las emisiones por COV con 67%, NH₃ con 54%, NOx con 39% además de PM₁₀ y CO con 36% cada uno.

En resumen, del análisis por cuenca atmosférica y tipo de contaminante se observa el impacto que tiene la Cuenca Atmosférica de Tula en el aporte de la emisión como el SO₂, partículas PM₁₀ y PM_{2.5}, que provienen principalmente de los procesos de combustión.

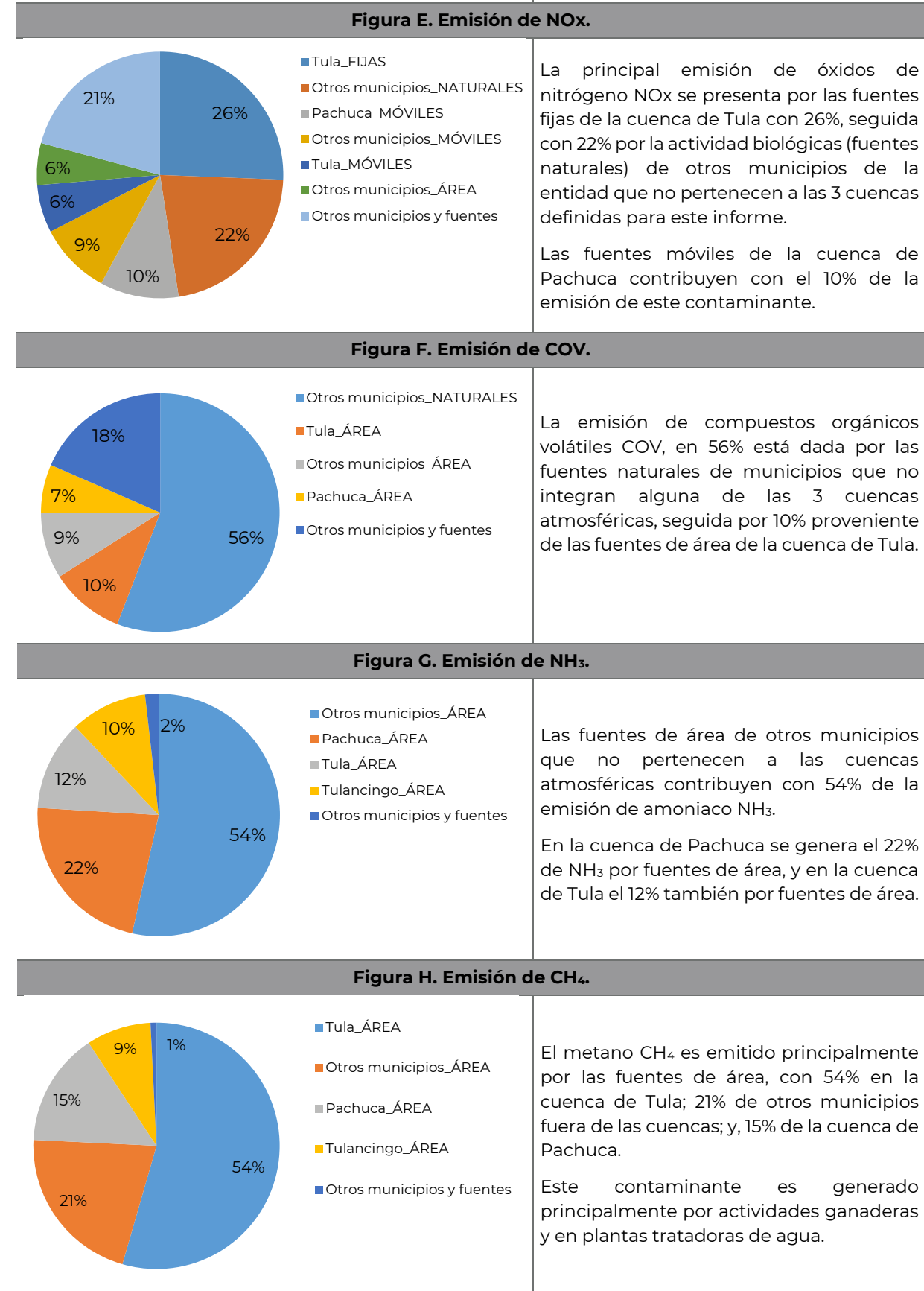
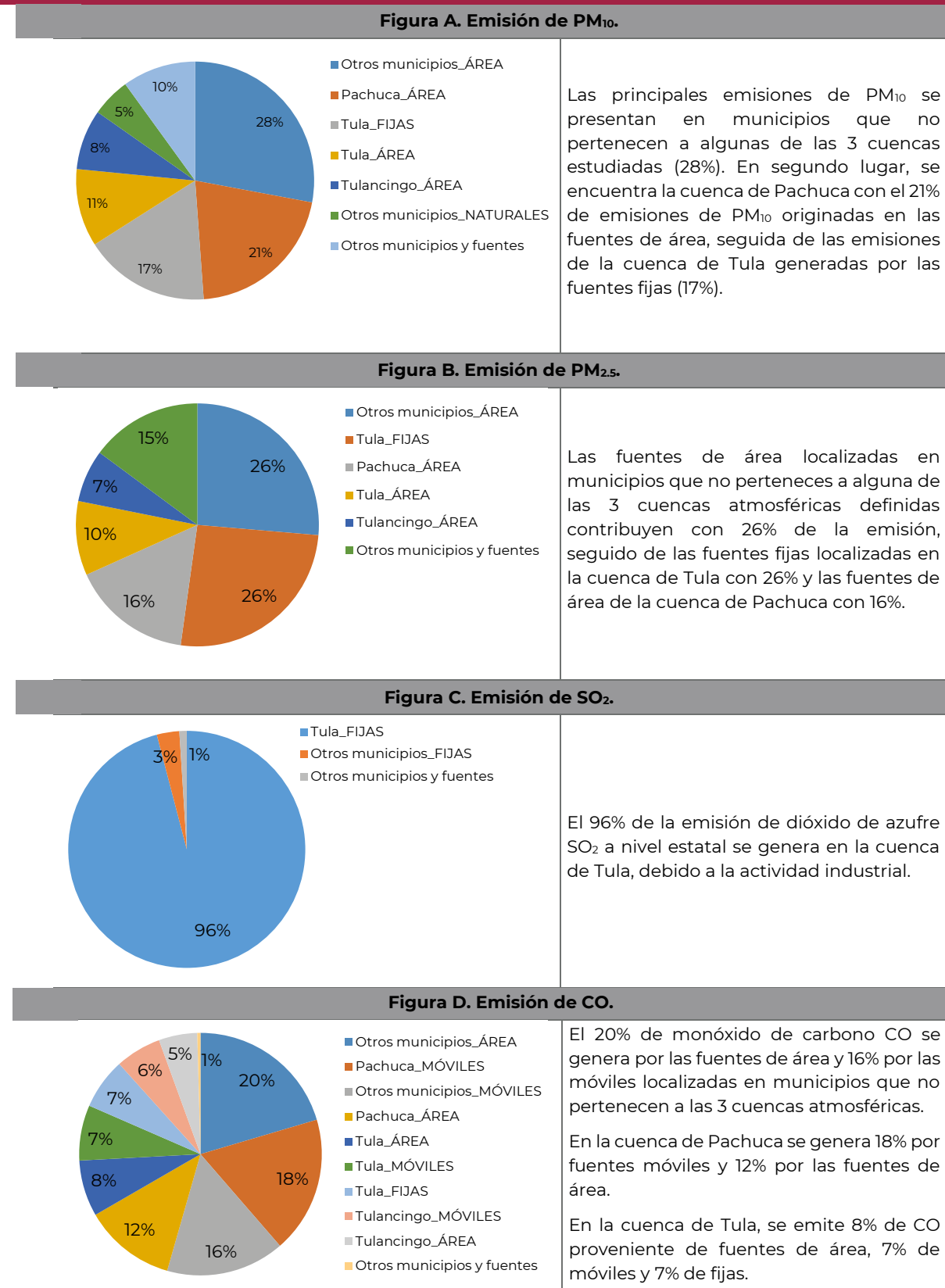


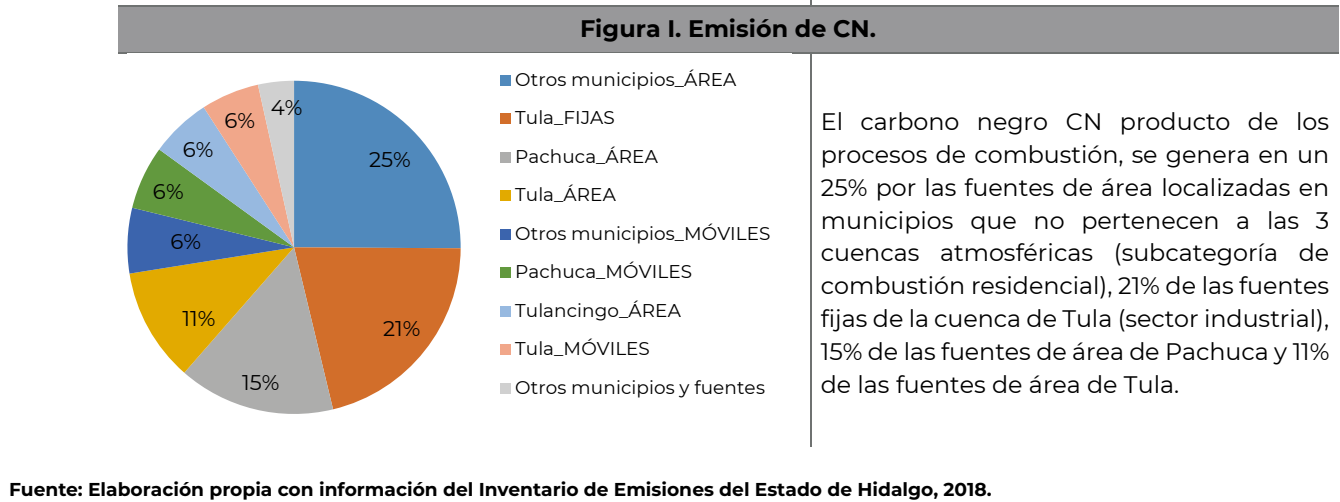
3.4.1. COMPARACIÓN DE EMISIONES POR CUENCA ATMOSFÉRICA Y FUENTE PARA CADA CONTAMINANTE

El siguiente análisis compara las emisiones generadas por cada Cuenca Atmosférica contra el resto de los municipios del estado de Hidalgo los cuales se agruparon en la categoría de “otros municipios”. En la figura 3.4. se presenta la contribución de cada tipo de fuente por contaminante.

En el cuadro 3.6. se presenta las emisiones generadas por fuente para cada una de las Cuencas Atmosféricas y para el resto de los municipios de la entidad que no pertenecen a alguna cuenca “Otros municipios”. Estos valores de emisión para cada contaminante son los graficados en la figura 3.4., a través de la cual se observa el aporte de emisiones por cuenca y el tipo de fuente presente en la misma.

Figura 3.4. Contribución de emisiones por fuente y Cuenca Atmosférica para cada contaminante contra el resto del estado de Hidalgo.





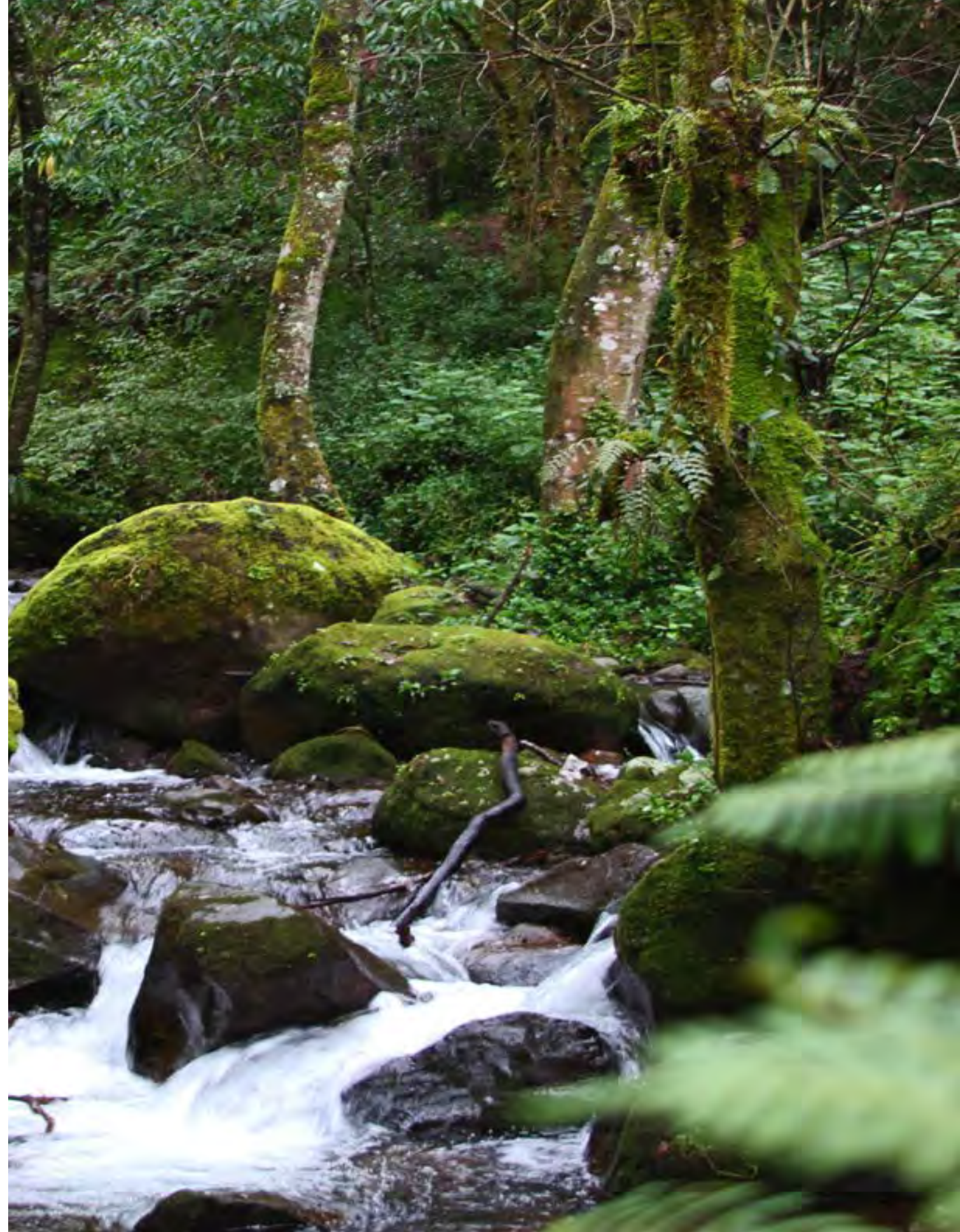
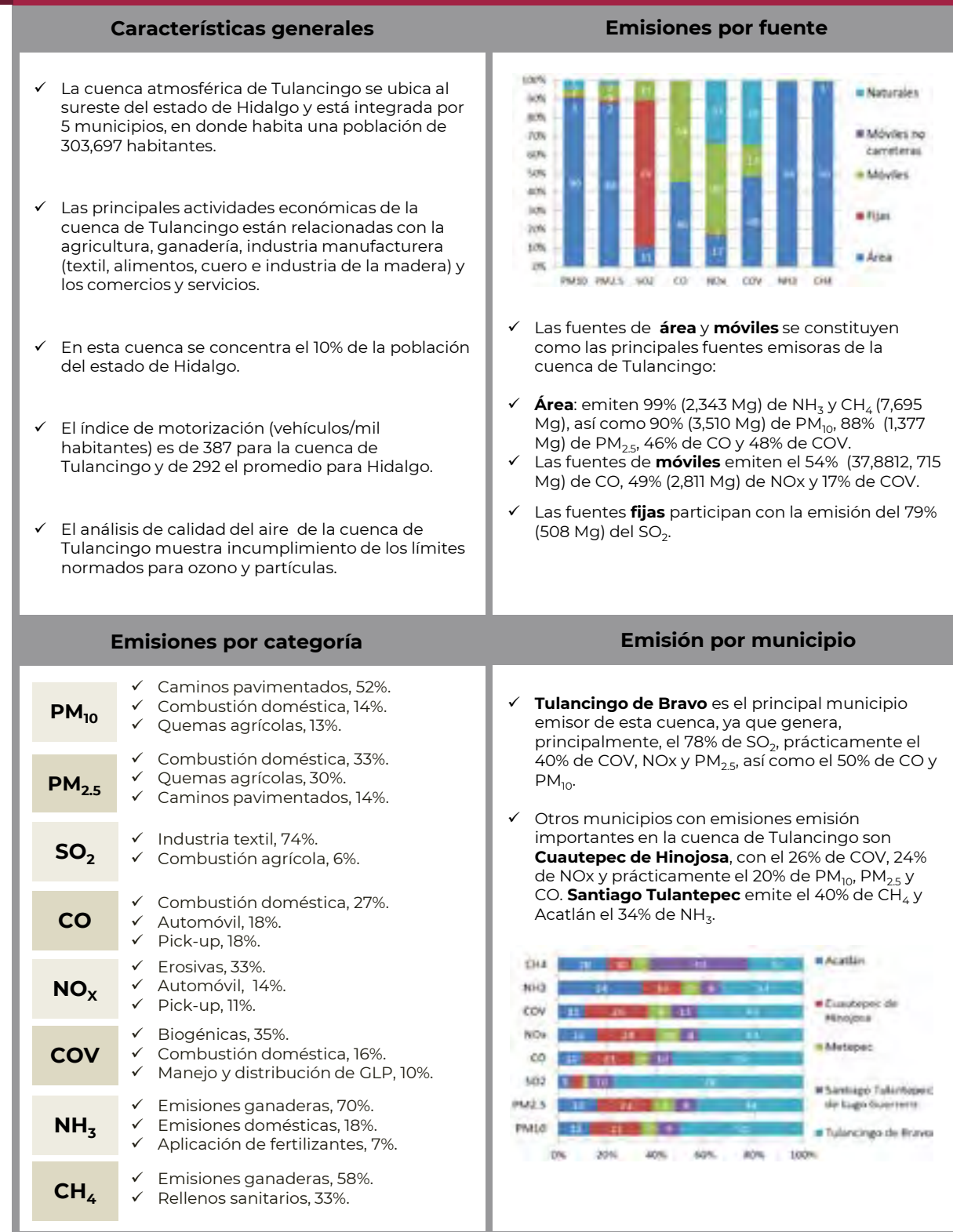
3.4.2. EMISIONES HACIA EL INTERIOR DE CADA CUENCA ATMOSFÉRICA DE LA ENTIDAD

Se presenta el análisis de emisiones a través de figuras para cada una de las tres Cuencas Atmosféricas presentes en Hidalgo. En estas figuras 3.5., 3.6. y 3.7. se ilustra un resumen de las características generales, emisiones provenientes de fuentes relevantes para las Cuencas Atmosféricas de Tula, Pachuca y Tulancingo con la intención de identificar cuáles son las principales fuentes y categorías de emisión, además de los municipios donde se emite la mayor cantidad de contaminantes.

Cuadro 3.6. Emisiones por Cuenca Atmosférica y fuente de emisión en el estado de Hidalgo, 2018.										
Cuenca	Fuente	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Tula	Área	4,529.8	1,951.7	137.0	15,591.8	2,000.0	18,020.9	2,745.2	49,336.1	175.7
	Fijas	7,340.8	5,107.0	194,602.2	14,137.3	22,796.8	3,492.3	239.7	109.6	336.6
	Móviles	623.5	572.2	136.6	15,354.6	5,583.4	1,829.4	27.1	130.6	89.8
	FMNC	19.4	18.8	8.0	101.7	205.2	19.3	0.2	2.8	7.3
	Naturales	384.9	57.7	-	-	2,978.6	4,947.4	-	-	-
	Subtotal	12,898.4	7,707.5	194,883.7	45,185.4	33,564.1	28,309.3	3,012.2	49,579.1	609.4
Pachuca	Área	8,958.0	3,176.0	121.8	25,440.1	1,783.4	11,657.4	5,128.7	13,545.3	242.1
	Fijas	233.8	90.3	210.1	264.9	546.0	244.5	8.5	5.9	0.4
	Móviles	627.8	574.1	227.1	37,882.9	9,202.9	4,371.7	62.3	194.1	98.3
	FMNC	15.1	14.6	6.7	141.1	178.3	19.8	0.2	2.3	5.6
	Naturales	688.7	103.3	-	-	3,567.4	5,495.4	-	-	-
	Subtotal	10,523.4	3,958.3	565.6	63,729.1	15,278.0	21,788.8	5,199.6	13,747.7	346.5
Tulancingo	Área	3,509.9	1,377.4	68.5	10,671.5	960.8	4,138.6	2,343.2	7,694.6	93.7
	Fijas	43.5	29.7	507.7	5.9	51.1	1.1	0.7	0.9	1.4
	Móviles	147.4	134.3	67.9	12,715.3	2,811.0	1,461.0	19.2	56.5	26.2
	FMNC	4.1	3.9	1.7	22.8	45.5	4.2	0.0	0.6	1.5
	Naturales	183.7	27.6	-	-	1,907.5	2,955.5	-	-	-
	Subtotal	3,888.6	1,572.9	645.8	23,415.5	5,775.9	8,560.5	2,363.2	7,752.7	122.8
Otros municipios	Área	11,975.1	5,204.8	333.0	42,476.1	4,893.1	15,981.8	12,244.9	19,285.2	399.4
	Fijas	620.6	344.1	6,225.2	249.4	1,294.6	93.2	3.9	15.5	5.5
	Móviles	665.0	608.6	203.3	32,875.3	8,441.2	3,768.1	51.0	186.0	101.0
	FMNC	19.6	19.0	8.0	97.9	198.9	19.1	0.2	2.8	7.4
	Naturales	2,260.7	339.1	-	-	19,535.5	99,447.0	-	-	-
	Subtotal	15,541.1	6,515.7	6,769.5	75,698.7	34,363.2	119,309.3	12,300.1	19,489.6	513.3
Total		42851.6	19754.3	202864.6	208028.6	88981.3	177967.9	22875.1	90569.1	1591.9

Fuente: Elaboración propia con información del Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.

Figura 3.7. Emisiones en la Cuenca Atmosférica de Tulancingo.



RESUMEN

Los resultados generales del inventario de emisiones 2018 a nivel estatal muestran lo siguiente:

FUENTES DE ÁREA

Contribuyen con 67.6% y 59.3% respectivamente, en la emisión de partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros PM₁₀ y PM_{2.5}. También aportan el 98.2% de la emisión de amoniaco NH₃, así como 99.3% de metano CH₄ y 57.2% de carbono negro CN. Dentro de las fuentes de área destacan las categorías de caminos pavimentados y no pavimentados, combustión doméstica, las actividades agrícolas, aguas residuales, manejo y distribución de GLP, uso doméstico de solventes y rellenos sanitarios.

FUENTES FIJAS

Principales generadoras de dióxido de azufre SO₂ con 99.3%. Emiten entre 19% y 28% PM₁₀, PM_{2.5}, óxidos de nitrógeno NO_x y CN. Los principales sectores industriales que generan la mayor cantidad de contaminantes son: generación de energía eléctrica, petróleo y petroquímica, cemento, cal y la extracción y beneficio de minerales no metálicos.

FUENTES MÓVILES CARRETERAS

Principales emisoras de CO 47.5%, NO_x 29.3% y CN 19.8%. De las emisiones de CO y NO_x destacan los automóviles de tipo particular, mientras que para CN no sólo destacan los automóviles particulares, sino también los vehículos de carga pesada.

FUENTES NATURALES

Contribuyen con 63.4% de los compuestos orgánicos volátiles COV provenientes de las emisiones biogénicas.

Del consumo de combustible registrado en el estado de Hidalgo, se tiene que 66.6% es utilizado por el sector industrial y el 23.5% por el sector transporte, siendo estos sectores los más relevantes en generación de emisiones debido al proceso de combustión.

Del análisis por municipio y cuenca atmosférica, destacan en primera instancia las emisiones de las Cuencas Atmosféricas de Tula y de Pachuca, siendo menor el aporte de emisiones por la Cuenca Atmosférica de Tulancingo. De la Cuenca Atmosférica de Tula son de gran importancia los municipios de Atitalaquia y Tula de Allende por su actividad industrial, así como Atotonilco de Tula por aguas residuales y la actividad industrial del cemento.

En la Cuenca Atmosférica de Pachuca, los municipios de Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma y Tizayuca, son de gran importancia por sus emisiones provenientes principalmente de fuentes móviles, seguido de la industria y algunas de las categorías de fuentes de área como rellenos sanitarios, combustión doméstica y actividades agrícolas. Los sectores industriales que destacan en esta cuenca son el automotriz y metalúrgico.

En la Cuenca Atmosférica de Tulancingo sobresalen las emisiones de fuentes de área (combustión doméstica, caminos pavimentados y no pavimentados, actividades agropecuarias, rellenos sanitarios, siendo estos los de mayor relevancia) y móviles. El municipio de Tulancingo de Bravo genera la mayor cantidad de contaminantes.



CAPÍTULO 4

IMPACTOS A LA SALUD

La Organización Mundial de la Salud, OMS define a la salud como “... un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”. Esta perspectiva no sólo incluye la situación de salud y la gestión sanitaria, sino también los factores condicionantes de la salud: la biología humana, el ambiente, los estilos de vida y la organización de los sistemas de salud.

México reconoce el papel del derecho humano al medio ambiente sano, plasmado en el Artículo 4.º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en el que se indica: “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar” así como lo indicado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente LGEEPA.

De lo anterior, se sustenta la elaboración del Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Hidalgo, el cual implementa acciones de políticas públicas para reducir y prevenir los niveles de contaminantes del aire que implican riesgos en la salud de la población.

Para disminuir el riesgo de afectación a la salud de la población, los niveles de contaminantes criterio en el aire deben mantenerse por debajo de los límites establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas de salud en materia de calidad del aire (ver Capítulo 2), o en su caso, de los establecidos en las guías de la OMS.

4.1. CONTAMINANTES CRITERIO DEL AIRE Y SU EFECTO EN LA SALUD

Los contaminantes normados en nuestro país son los denominados contaminantes criterio: partículas suspendidas con un diámetro menor o igual a 2.5 y 10 micras (PM_{2.5} y PM₁₀, respectivamente), ozono O₃, dióxido de azufre SO₂, dióxido de nitrógeno NO₂ y monóxido de carbono CO. En el cuadro 4.1 se describe brevemente cada uno de ellos y su origen. Cada contaminante puede ser expresado en términos buena o mala calidad del aire (ver Capítulo 2).

Cuadro 4.1. Descripción y origen de los contaminantes criterio del aire.	
Contaminantes	Características y origen
Partículas suspendidas (PM ₁₀ y PM _{2.5})	Las PM ₁₀ son aquellas partículas que poseen un diámetro aerodinámico menor a 10 micrómetros; mientras que las PM _{2.5} o fracción fina son aquellas que incluye a las partículas con diámetro aerodinámico menor a 2.5 micrómetros. La PM _{2.5} forman parte de las PM ₁₀ . Las partículas suspendidas son una mezcla de compuestos microscópicos o muy pequeños en forma de líquidos y sólidos suspendidos en el aire, estas están constituidas principalmente por metales, compuestos orgánicos, material de origen biológico, iones, gases reactivos y la estructura misma de las partículas, normalmente formada por carbón elemental (el llamado carbono negro). El origen principal de las partículas suspendidas en zonas urbanas son los procesos de combustión incompleta, así como de origen térreo de procesos eólicos.
Ozono (O ₃)	El O ₃ troposférico es un contaminante secundario que se forma en la atmósfera por la reacción fotoquímica (por radiación solar) principalmente por los óxidos de nitrógeno (procedentes, en su mayoría, de las emisiones de vehículos automotores, la industria e inclusive de la actividad biogénica) y de los compuestos orgánicos volátiles (emitidos, principalmente, por los vehículos automotores, la industria, evaporación de solventes, así como la actividad biogénica).
Dióxido de azufre (SO ₂)	El SO ₂ es un gas incoloro con un olor penetrante, cuya principal fuente antropogénica es la quema de combustibles fósiles (carbón e hidrocarburos) para la generación de electricidad y en los vehículos de motor a diésel, y la fundición de minerales que contienen azufre.
Bióxido de nitrógeno (NO ₂)	El NO ₂ es un gas irritante y oxidante, generado principalmente por fuentes de emisión antropogénica durante los procesos de combustión (calefacción, generación de electricidad y motores de vehículos).
Monóxido de carbono (CO)	El CO es un gas incoloro, inodoro e insípido, producto principalmente de una combustión incompleta de los motores de los vehículos que emplean gasolina como combustible. Otras fuentes de producción de CO son los incendios forestales y las quemas de la actividad agrícola.

Fuente: (Nadadur & Hollingsworth, 2015; Pope III & Dockery, 2006; Rojas-Bracho & Garibay-Bravo, 2003; US EPA, 2013).

Los contaminantes criterio tienen efectos en la salud que han sido documentados ampliamente en las últimas décadas, en el cuadro 4.2. se presentan los efectos más estudiados para cada uno de ellos.

Las PM_{2.5} son las de mayor preocupación por sus efectos severos en la salud, específicamente por su asociación significativa con los incrementos de mortalidad. Este interés en la salud de la población se debe a su tamaño y composición química; se sabe que las partículas de origen

urbano se componen de elementos altamente tóxicos y pueden penetrar más profundamente en las vías respiratorias de los individuos, hasta llegar a los alveolos de los pulmones (Pope III & Dockery, 2006).

En México y el mundo la exposición a contaminantes del aire constituye el primer factor de riesgo ambiental asociado con la mortalidad prematura de la población de acuerdo con el estudio de la Carga Global de Enfermedad que publica la OMS (IHME, 2016).

Cuadro 4.2. Principales efectos de los contaminantes criterio del aire.		
Contaminante	Efectos agudos Incrementos en la hospitalización y visitas al médico por:	Efectos crónicos Aumentos en la mortalidad por enfermedades:
Partículas suspendidas (PM ₁₀ y PM _{2.5}) 	- Enfermedades respiratorias agudas (infecciones respiratorias agudas IRAs). - Exacerbación de asma. - Síntomas respiratorios (irritación, inflamación, infecciones).	- Cardiopulmonares. - Cardiovasculares (isquémicas del corazón, infarto al miocardio). - Cáncer de pulmón. - Accidentes cerebrovasculares. - Vías urinarias y vejiga. - Enfermedades Pulmonares Obstructivas Crónicas EPOC. - Efectos reproductivos (nacimientos con bajo peso al nacer, y embarazos prematuros).
Ozono (O ₃) 	- Síntomas respiratorios (tos, flema, sibilancias). - Agravamiento de Asma. - Infecciones respiratorias agudas. - Enfisema pulmonar. - Bronquitis. - Tos. - Dificultad para respirar.	- Respiratorias. - Cáncer de pulmón. - Cambios en la variabilidad de la frecuencia cardiaca.

Contaminante	Efectos agudos Incrementos en la hospitalización y visitas al médico por:	Efectos crónicos Aumentos en la mortalidad por enfermedades:
Dióxido de azufre (SO ₂) 	• Irritación de vías respiratorias. • Agravamiento de asma. • Bronquitis crónica. • Enfermedades cardiovasculares.	• Respiratorias. • Accidente cerebrovascular. • Cardiovasculares (infarto al miocardio o insuficiencia cardíaca).
Dióxido de nitrógeno (NO ₂) 	• Irritación de nariz y garganta. • Broncoconstricción. • Disnea. • Episodios asmáticos. • Susceptibilidad a enfermedades respiratorias. • Bronquitis crónica.	• Respiratorias.
Monóxido de carbono (CO) 	• Dolores de cabeza y mareos. • Efectos cardiovasculares y neuroconductuales. • Hipoxia.	• Respiratorias.

Fuente: (Atkinson et al., 2016; Bravo, Son, de Freitas, Gouveia, & Bell, 2016; Crouse et al., 2015; Domínguez-Rodríguez et al., 2013; Goldberg et al., 2013; Guo et al., 2010; G.B. Hamra et al., 2014; Ghassan B. Hamra et al., 2015; HEI Collaborative Working Group on Air Pollution, Poverty, and Health in Ho Chi Minh City et al., 2012; Héroux et al., 2015; Nadadur & Hollingsworth, 2015; Pope III & Dockery, 2006; Qian et al., 2013; Rojas-Bracho & Garibay-Bravo, 2003; Saez et al., 2002; Shah et al., 2013; Tao et al., 2011; Tong, Li, & Zhou, 2014; US EPA, 2013; Wang, Eliot, & Wellenius, 2014).



4.2. MORTALIDAD Y MORBILIDAD DE LAS ENFERMEDADES ASOCIADAS CON LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Se presenta un breve resumen de los problemas de contaminación que se observaron en el estado; así como las causas principales de mortalidad y morbilidad asociadas con la exposición a contaminantes del aire en 2019 (INEGI, 2019; Secretaría de Salud, 2019).

Este perfil es importante para establecer la situación base de salud y describir la ocurrencia de muertes y enfermedades que podrían estar relacionadas con la exposición crónica y/o aguda a los contaminantes del aire.

En la mayor parte del tiempo las estaciones de monitoreo atmosférico (con equipos automáticos y/o manuales) presentan concentraciones ambientales que superan los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas de salud (partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros PM₁₀, PM_{2.5} y ozono O₃).

En especial, las PM_{2.5} cuentan con una extensa y robusta evidencia sobre sus efectos en la población, que van desde síntomas respiratorios, irritación de ojos, cefaleas, dolor de garganta, hasta incrementos en la mortalidad por enfermedades cardiovasculares, cardiopulmonares y cáncer de pulmón (ver cuadro 4.2.).



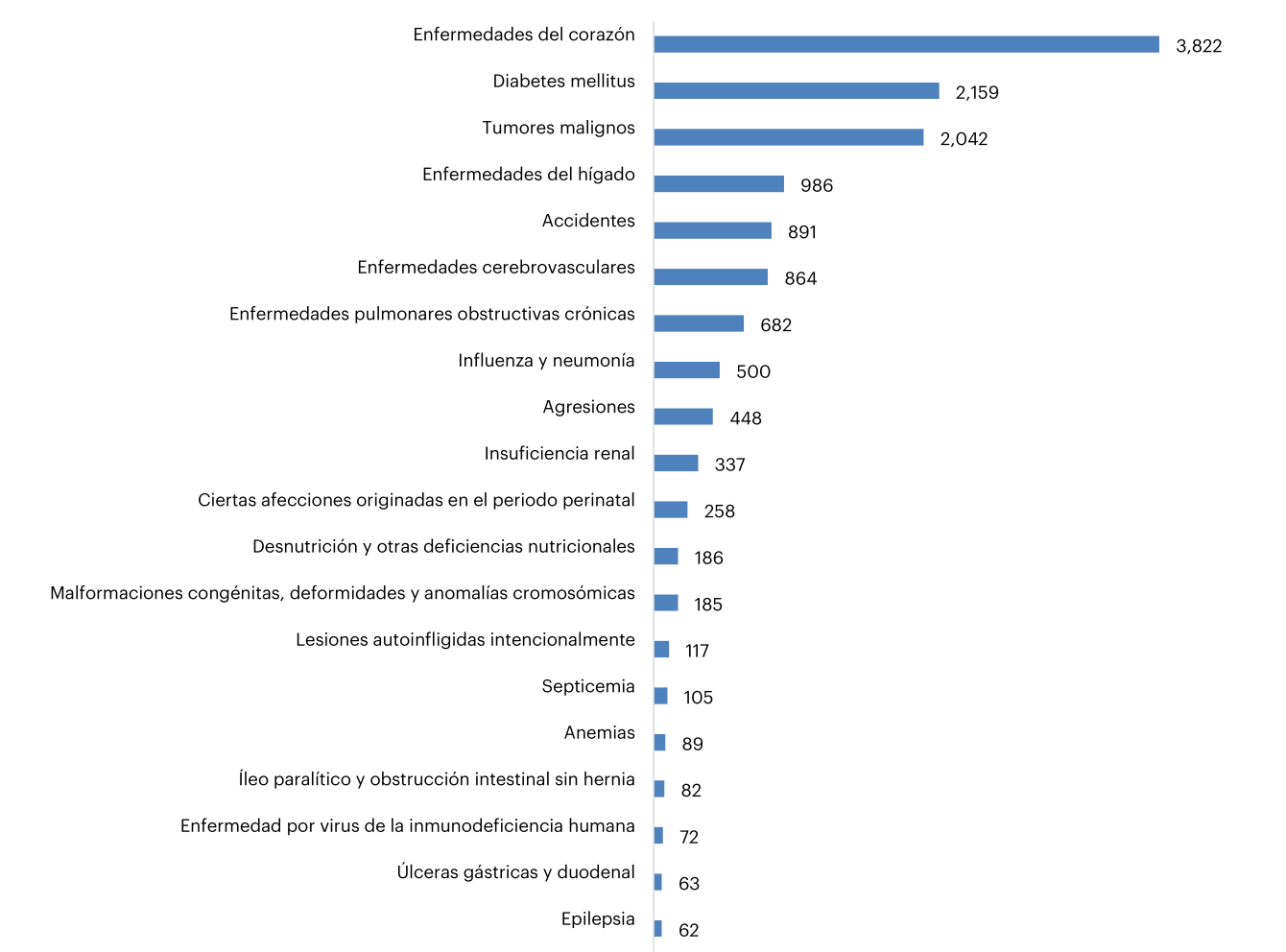
4.2.1. MORTALIDAD 2019

La figura 4.1. presenta las principales causas de mortalidad en el estado de Hidalgo en 2019. Las causas de mortalidad asociadas con la exposición crónica (más de un año) a las partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} y al ozono O₃ son: aumentos en el riesgo de muerte por las enfermedades del corazón, enfermedades

cerebrovasculares, influenza y neumonía, enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, enfisema y asma (ver cuadro 4.2.).

Aunque existen estudios para el resto de los contaminantes del aire, las evidencias para las PM y el ozono son contundentes. Es muy probable que una fracción de esos casos sea atribuible a los contaminantes del aire.

Figura 4.1. Causas principales de mortalidad en el estado de Hidalgo, 2019.



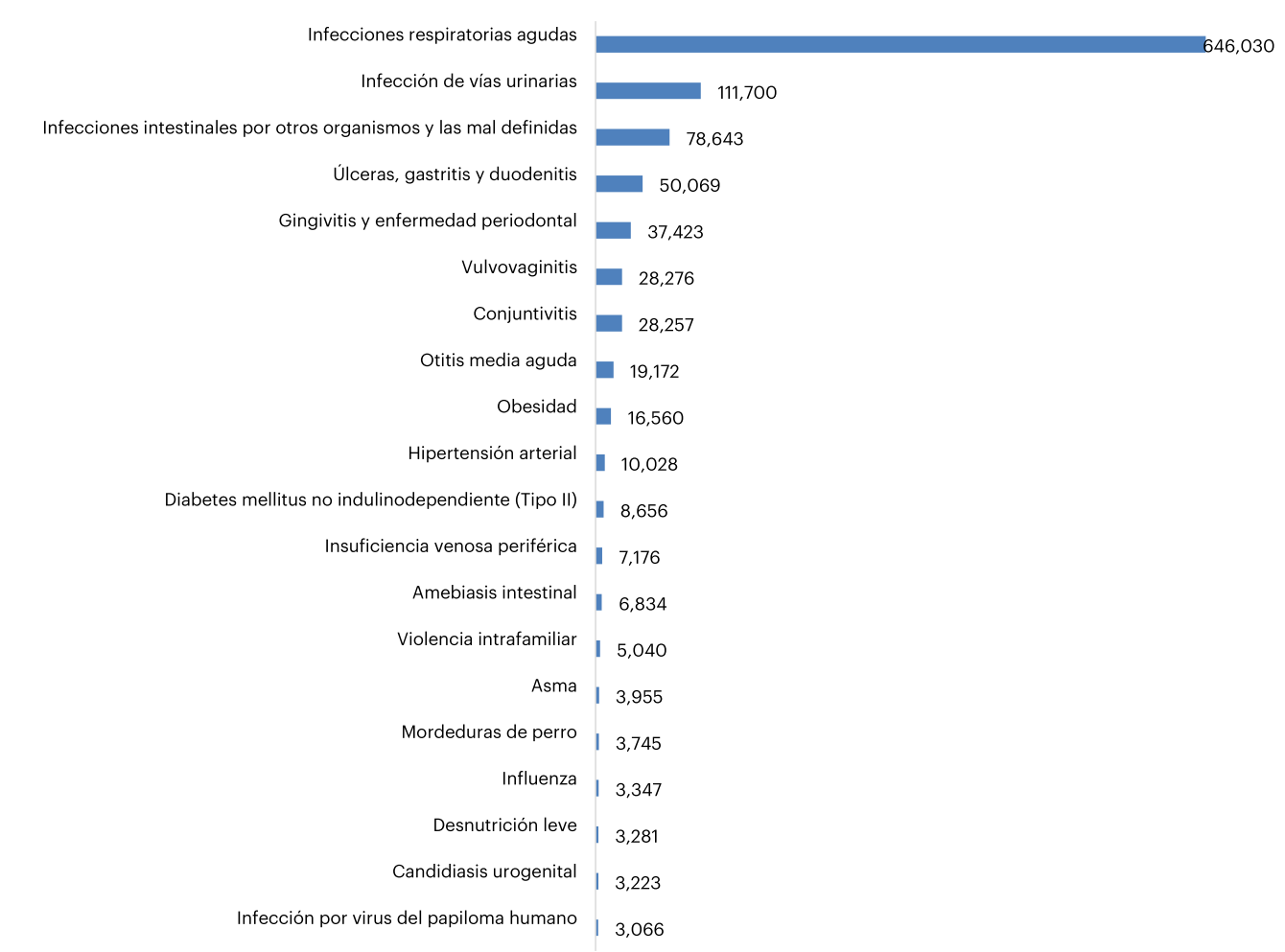
Fuente: (Nadadur & Hollingsworth, 2015; Pope III & Dockery, 2006; Rojas-Bracho & Garibay-Bravo, 2003; US EPA, 2013).

4.2.2. MORBILIDAD 2019

La figura 4.2. presenta las 20 principales causas de morbilidad (casos de enfermedad) asociadas en Hidalgo en 2019. En especial, la exposición aguda (días a semanas) a los contaminantes, criterio que se ha asociado con aumento en el riesgo de

enfermarse por infecciones respiratorias agudas IRA, asma y estado asmático e hipertensión arterial (esta última como un factor de riesgo determinante del desarrollo de las enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares), ver cuadro 4.2. Es muy probable que una fracción de esos casos sea atribuible a los contaminantes del aire.

Figura 4.2. Causas principales de morbilidad en el estado de Hidalgo, 2019.



Fuente: Elaboración propia con información del sistema SUIVE/DGE/Secretaría de Salud de 2019.

La cuantificación de la fracción de los casos de mortalidad y de morbilidad atribuible a los contaminantes del aire se puede realizar mediante la metodología de Evaluación de Impactos en la Salud EIS, la cual requiere de las concentraciones de los contaminantes de manera continua y con calidad de al menos un año y de estudios epidemiológicos que evalúen su relación con los incrementos de mortalidad y morbilidad de dichas enfermedades.

La contaminación atmosférica es un factor de riesgo de mortalidad y morbilidad respecto de las enfermedades presentadas en esta sección. Por lo que vale la pena controlarlo para disminuir la carga de enfermedad potencial en grupos vulnerables como niños, mujeres embarazadas y adultos mayores.

4.3. IMPACTOS EN LA SALUD POR INCUMPLIR CON LA NOM DE PM_{2.5}

El objetivo de esta evaluación de impactos en la salud es proporcionar información a las autoridades y al público interesado sobre los beneficios en la salud y el valor económico que se obtendría si se redujeran los niveles de las

PM_{2.5} en los municipios de la región Tula-Tepeji (Tula de Allende, Tepeji del Río, Atotonilco de Tula y Atitalaquia) al límite máximo permisible anual establecido en la NOM correspondiente; en particular, con respecto a los incrementos de casos de mortalidad prematura por causa de las Enfermedades Cardiovasculares, EC.

Para realizar dicha evaluación se consideraron dos escenarios: (1) el escenario base que contempla la exposición anual de PM_{2.5} que prevalece en los municipios de la región Tula-Tepeji, y (2) el escenario de control que considera la reducción de estas concentraciones al límite máximo permisible anual (12 µg/m³) para este contaminante.

La concentración anual del escenario base estimada para cada una de las ciudades se presenta en el cuadro 4.3., estos valores se tomaron directamente de los registros de las estaciones de monitoreo y en algunos casos se aproximaron a través de la relación PM_{2.5} / PM₁₀ a partir del promedio anual de PM₁₀ estimado para evaluar el cumplimiento de la norma de la serie de datos de 2016-2020.

Cuadro 4.3. Valores anuales de PM _{2.5} de los escenarios de modelación de los impactos en la salud.		
Municipio	Valor anual en el escenario base, µg/m ³	Valor anual en el escenario de control, µg/m ³
Tula de Allende	18.0	12.0
Tepeji del Río de Ocampo	29.0	12.0
Atotonilco de Tula	33.0	12.0
Atitalaquia	19.0	12.0

Fuente: (Nadadur & Hollingsworth, 2015; Pope III & Dockery, 2006; Rojas-Bracho & Garibay-Bravo, 2003; US EPA, 2013).

4.3.1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS EN LA SALUD

En la evaluación de los municipios de la región Tula-Tepeji (Tula de Allende, Tepeji del Río de Ocampo, Atotonilco de Tula y Atitalaquia) se empleó la metodología de Evaluación de Impactos en la Salud EIS. Las estimaciones de los beneficios en la salud y su valor monetario se realizaron con el software BenMap (*Environmental Benefits Mapping and Analysis Program*) que la Agencia para la Protección Ambiental de Estados Unidos recomienda para realizar este tipo de análisis, el cual es posible descargar de su página (EPA, 2015).

La metodología de EIS resulta del enfoque de la evaluación de riesgos y se define como “una combinación de procedimientos, métodos y herramientas por las cuales una política, programa o proyecto puede ser evaluado en función de sus potenciales efectos sobre la salud de la población y de la distribución de estos en dicha población” (OMS, 2014). Esta metodología se ha empleado extensivamente en distintos países para facilitar la toma de decisiones de las autoridades de medioambiente y de salud (Medina, Le Tertre, Saklad, & on behalf of the Apheis Collaborative Network, 2009).

La metodología EIS consta de cuatro etapas:

1. La selección del contaminante que tiene efectos adversos en la salud de la población, así como la selección de los efectos en la salud que se evaluarán, basado en evidencia epidemiológica y toxicológica.

2. La selección de la función exposición-respuesta que relaciona cuantitativamente el cambio del contaminante del aire con los cambios en los efectos en la salud seleccionados.

3. La evaluación del cambio de la exposición potencial de la población bajo un supuesto de reducción de concentraciones, que integra tanto los datos de población como las concentraciones del contaminante.

4. La caracterización o cuantificación de los casos evitados por impacto identificado (INE, 2012). Adicionalmente, se evalúan monetariamente los casos evitables del impacto identificado, aunque esto es opcional, pero importante en los análisis costo-beneficio.

Las primeras dos etapas se realizan mediante búsqueda de información y revisiones de publicaciones científicas. La tercera y cuarta etapa requieren de información propia del área en estudio, como cartografía digital, datos de población y de las tasas de mortalidad. A continuación, se describirán las suposiciones y los cálculos realizados en la tercera etapa de esta evaluación.

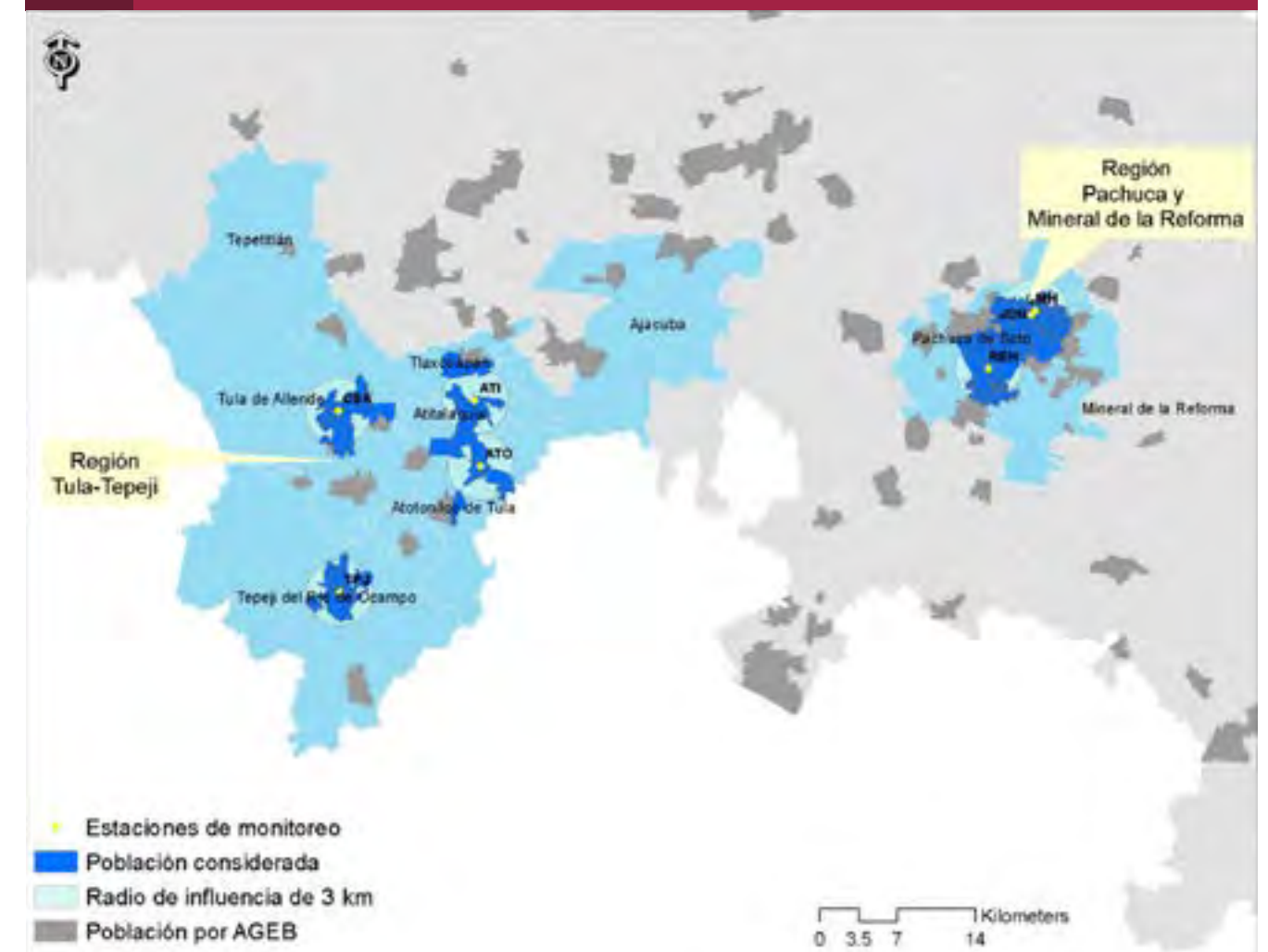
4.3.2. ASIGNACIÓN DEL ÁREA DE EXPOSICIÓN DE LAS PM_{2.5}

La tercera etapa de la metodología de las EIS implica estimar el cambio de las concentraciones y asignársela al área en donde se encuentra la población. El cambio de las concentraciones de PM_{2.5} se obtuvo de la diferencia de los valores de las PM_{2.5} de los escenarios base y control (ver cuadro 4.3). El valor obtenido se asignó a cada uno de las AGEB que integran el área urbana de los municipios de la región Tula-Tepeji. Este proceso de asignación se realizó a través del Sistema de Información Geográfica SIG del modelo BenMap.

² La función exposición-respuesta para este tipo de estudios sólo aplica para personas a partir de esta edad.

La asignación de la exposición en el área urbana de los municipios de la región Tula-Tepeji supone que la población está expuesta a la misma concentración estimada en el escenario base que se obtuvo de las mediciones. En esta evaluación fueron consideradas personas de más de 15 años por AGEB en 2018, en el área de influencia de 3 km de radio a partir de la ubicación de la estación. En la figura 4.3. se presenta la localización de las estaciones de los municipios de la región Tula-Tepeji, el área a la que se asignó la exposición (círculos en color azul claro) y la densidad de población por AGEB.

Figura 4.3. Asignación del área de exposición de las PM_{2.5}.



4.3.3. TASAS BASALES DE MORTALIDAD EN MUNICIPIOS DE LA REGIÓN TULA-TEPEJI

Las tasas basales de mortalidad indican la ocurrencia base de casos de defunciones o enfermedades por las causas estudiadas en un periodo específico del año (INEGI, 2018). En el

cuadro 4.4. se presentan la tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, cáncer de pulmón y cardiopulmonares por cada 100 mil habitantes de los municipios de la región Tula-Tepeji (Tula de Allende, Tepeji del Río, Atotonilco de Tula y Atitalaquia). Adicionalmente, se incluye y analiza la información de los municipios de

Cuadro 4.4. Tasas de mortalidad por enfermedades cardiovasculares en 2018.				
No	Municipio	Tasas de mortalidad (casos/100,000 habitantes) para 2018		
		Cardiovasculares >=15 años	Cáncer de pulmón >=30 años	Cardiopulmonares >=15 años
1	Tula de Allende	250	23	329
2	Tepeji del Río de Ocampo	128	31	171
3	Atotonilco de Tula	55	13	86
4	Atitalaquia	100	24	133
5	Pachuca de Soto	289	20	386
6	Mineral de la Reforma	72	4	82

Fuente: Elaboración propia con información de la Secretaría de Salud del estado de Hidalgo.

Pachuca de Soto y Mineral de la Reforma sobre la tasa de mortalidad para el 2018 por presentar mayor cantidad de población.

Esta información junto con la población fue utilizada en el modelo BenMap para estimar los casos de mortalidad basal por las causas de enfermedad estudiadas que se presentaron en 2018 (INEGI, 2018). Es oportuno comentar que los datos de población corresponden al censo de población y vivienda de 2020, por ser el año más cercano al año base de cálculo 2018 (INEGI, 2021).

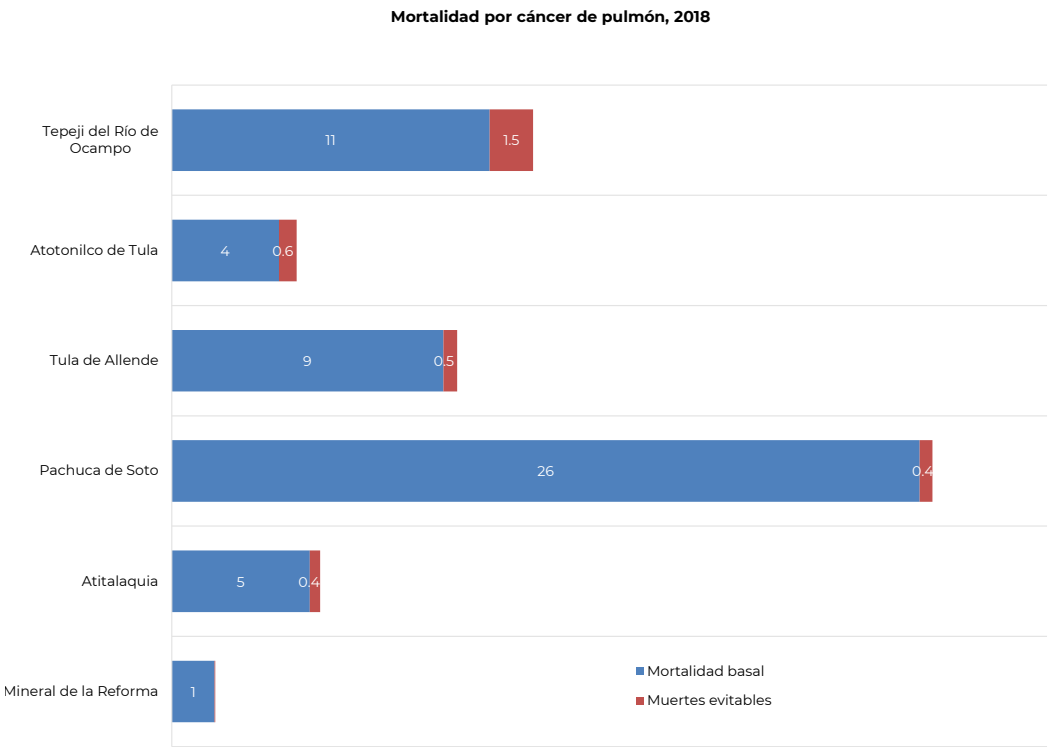
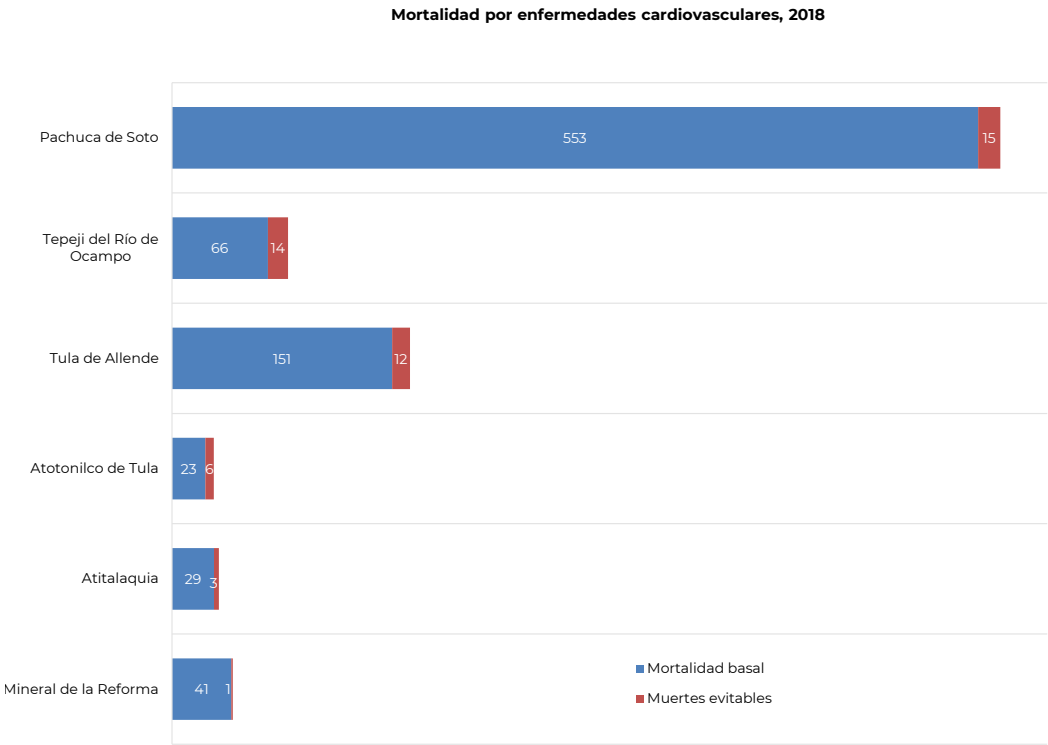
4.3.4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS EN SALUD

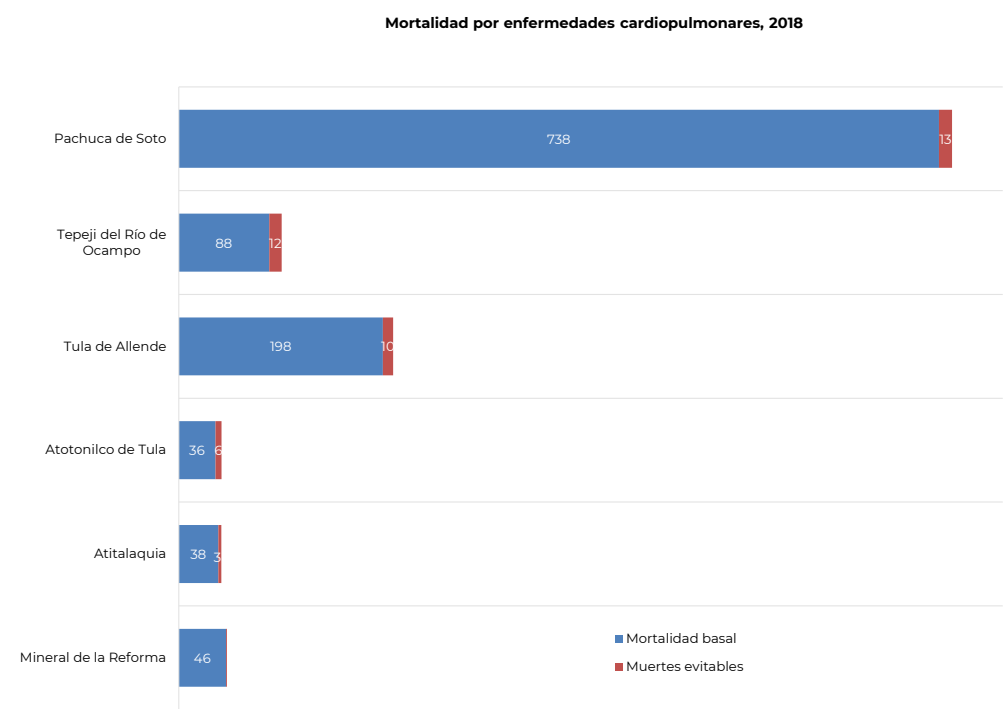
La etapa final que ejecuta el modelo BenMap es el cálculo de los casos de mortalidad atribuible a las partículas menores a 2.5 micrómetros PM_{2.5}. Estos casos de mortalidad son los casos de mortalidad potencialmente evitables si se cumpliera con la NOM para PM_{2.5}. El cálculo se realiza en cada AGEB y posteriormente se suma para dar un valor total en el área de estudio.

Los resultados de la evaluación de la mortalidad evitable se presentan en la figura 4.4. para los municipios de la región Tula-Tepeji (Tula de Allende, Tepeji del Río de Ocampo, Atotonilco de Tula y Atitalaquia), y de Pachuca de Soto y Mineral Reforma, en conjunto se podrían evitar 51 casos de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, 3 casos por cáncer de pulmón y 45 casos por enfermedades cardiopulmonares en 2018.

Se distingue en color naranja, la proporción de los casos que serían evitables con respecto a los casos de mortalidad basal. Las muertes evitables por enfermedades cardiovasculares y por cáncer de pulmón en los municipios considerados ascienden al 6%, respectivamente, mientras que por enfermedades cardiopulmonares se contabiliza el 4%.

Figura 4.4. Casos de muertes evitables por causa de mortalidad y municipio, y su contribución a la incidencia basal.





Fuente: Elaboración propia para el ProAire de Hidalgo.

4.3.5. VALORACIÓN ECONÓMICA POR INCUMPLIR CON LA NOM DE PM_{2.5}

En la evaluación económica en los casos de mortalidad evitable en los seis municipios analizados se contabilizaron únicamente los casos de enfermedades cardiovasculares y de cáncer de pulmón (54 casos). Los casos de mortalidad por enfermedades cardiopulmonares no se cuentan debido a que estas comparten códigos de enfermedad con las cardiovasculares, por lo que se contaría doble.

La valoración económica de los casos de mortalidad evitables se realizó utilizando un valor estadístico de la vida de un meta-análisis de Estados Unidos ajustado por ingreso a México. El valor utilizado en esta evaluación fue de 30 millones 908 mil 927 pesos de 2015. Para mayor detalle de la metodología utilizada se puede consultar el estudio “Valoración económica de

los beneficios a la salud de la población que se alcanzarían por la reducción de las PM_{2.5} en tres zonas metropolitanas mexicanas” (López-Villegas & Pérez-Rivas, 2014).

Tomando en cuenta lo anterior, en la valoración económica se consideraron 54 casos de mortalidad evitable en los municipios de la región Tula-Tepeji, lo que resulta en un valor económico alrededor de mil 687 millones de pesos (mdp).

RESUMEN

En los municipios de Tula de Allende, Tepeji del Río de Ocampo, Atotonilco de Tula, Atitalaquia, Pachuca de Soto y Mineral de la Reforma existen problemas con la calidad del aire en cuanto a PM_{2.5}, PM₁₀ y O₃.

De acuerdo con la evaluación de impactos en la salud realizada en los municipios considerados, si se cumpliera con la Norma Oficial Mexicana de partículas suspendidas para la protección de la salud (NOM-025-SSA1-2014) se podrían evitar 54 casos de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y de cáncer de pulmón y 45 casos de mortalidad por enfermedades cardiopulmonares. El valor económico asociado a los casos evitables de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y de cáncer de pulmón alcanzarían los mil 687 millones de pesos.

Los beneficios sociales de reducir la contaminación del aire no solamente se traducen en una mejora en la salud de la población, sino también en un ahorro en los gastos que le implica al sector salud. Los costos relacionados con la atención de los incrementos en enfermedades y de muertes prematuras se podrían reducir ostensiblemente si se cumpliera con las Normas Oficiales Mexicanas para la protección de la salud.



CAPÍTULO 5

COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN

5.1. PROCESO ACTUAL DE COMUNICACIÓN

La emisión de contaminantes está determinada de lo establecido en la Ley Federal y Estatal en materia de medio ambiente, el monitoreo de calidad del aire en el estado está a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo, SEMARNATH, quien a través de su sistema de monitoreo atmosférico difunde diariamente el índice de calidad del aire.

Considerando la importancia de informar la calidad del aire a la población, la SEMARNATH instrumentó un programa que difunde los niveles de contaminación. Para ello, se recurre al uso de medios masivos de comunicación como la radio y redes sociales, en las que se difunde los temas de índice de calidad del aire, tipo de contaminantes y sus afecciones a la salud, información de qué causa el deterioro de la calidad del aire, temporada de ozono y partículas, entre otros.

En cuanto a la radio se difunde la calidad del aire en diversos horarios. Respecto a redes sociales, se realiza la comunicación a través de banners informativos, infografías y comunicados oficiales, tal y como se aprecia en la figura 5.1.

Figura 5.1. Materiales visuales en materia de calidad del aire.



Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNATH publicada en red social Facebook.

Figura 5.2. Campañas y acciones en materia ambiental.

CAMPAÑAS DE DIFUSIÓN

2018 
“El aire que respiras” cuyo objetivo fue informar a la población sobre la situación de la calidad del aire en la Zona Metropolitana de Pachuca.

2019 
“Respirar la vida” tuvo por objetivo dar continuidad a la estrategia del año anterior fortaleciendo la importancia de mantener una buena calidad del aire con pequeñas acciones.

2020 
Con el programa de Difusión de Índice Aire-Salud se informa oportunamente a la población hidalguense el estado de la calidad del aire, enfatizando los impactos que tiene el deterioro del aire.

MEDIOS DE COMUNICACIÓN

2018 
· Se difunden un total de 493 spots de radio en el programa “Panorama Informativo” Arranca el programa “Borrón y Cuenta Nueva” y “Si Verifico no contamina”
· Fortalecimiento del Operativo Aire Limpio
· Publicación de 163 banners informativos

2019 
· Se difunden un total de 768 spots de radio en el programa “Panorama Informativo”
· Envío de 12 boletines a medios de comunicación incluyendo informes de contingencia ambiental
· Publicación de 256 banner informativos

2020 
· Se difunden un total de 768 spots de radio en el programa “Panorama Informativo”
· Envío de 02 boletines a medios de comunicación
Inversión de 69 millones en materia ambiental
· Publicación de 262 banner informativos

5.2. PERCEPCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE EN EL ESTADO DE HIDALGO

Para conocer el grado de comprensión de la población en el tema de calidad del aire, se llevó a cabo la Encuesta de Percepción de Calidad del Aire con énfasis en 16 municipios identificados con el mayor aporte de emisiones contaminantes.

El objetivo principal de la encuesta es conocer la percepción de la población en el tema de la calidad del aire, para posteriormente diseñar acciones que tengan como finalidad informar y sensibilizar a la población sobre el impacto de la contaminación atmosférica en su salud y la de los ecosistemas.

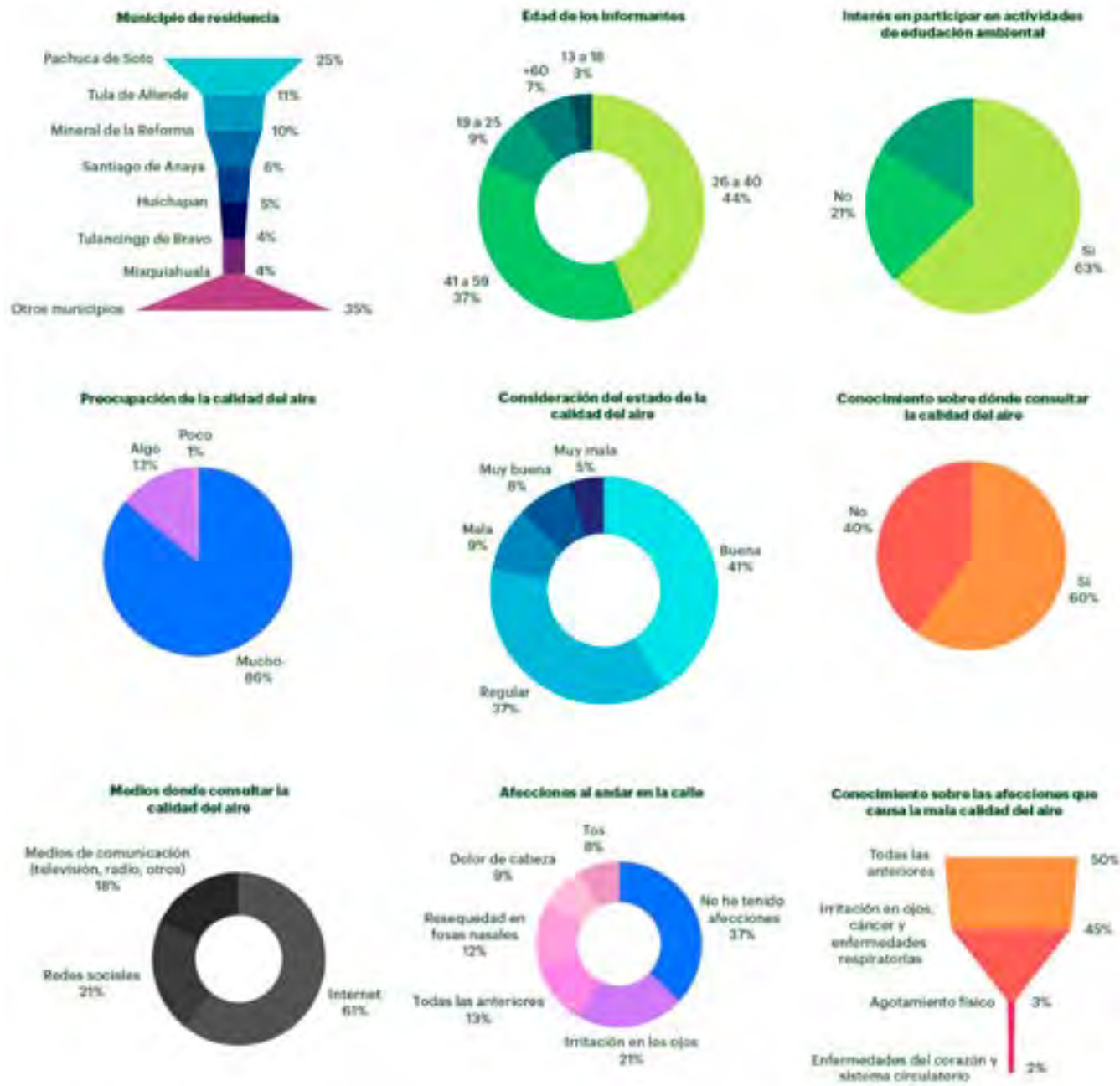
La encuesta de percepción³ se diseñó con base al uso de un instrumento de recolección de información de tipo cuantitativo, con la técnica de encuesta descriptiva por internet; con ello, se obtuvo información sobre las opiniones y percepciones de los informantes sobre su nivel de conocimiento en materia de contaminación atmosférica. La población que más participación tuvo, corresponde en su mayoría a jóvenes y adultos.

Respecto al número de formularios recibidos, se obtuvieron datos de 807 informantes bajo el siguiente orden: Pachuca de Soto 25%, Tula de Allende 11%, Mineral de la Reforma 10%, Santiago de Anaya 6%, Huichapan 5%, Tulancingo de Bravo 4%, Mixquiahuala de Juárez 4%, resto de municipios 35%. Los resultados de la encuesta de percepción se muestran en la figuras 5.3. y 5.4.

³ Encuesta de percepción de calidad del aire en el estado de Hidalgo consulta en: <https://forms.gle/TrHFuB5fFyc2WQQ9>
El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. La encuesta descriptiva por internet consiste en realizar el cuestionario utilizando el internet y una plataforma de administración de encuestas, la cual puede ser "compartida" de manera sencilla mediante un link de acceso, además de recopilar información de manera relativamente fácil.

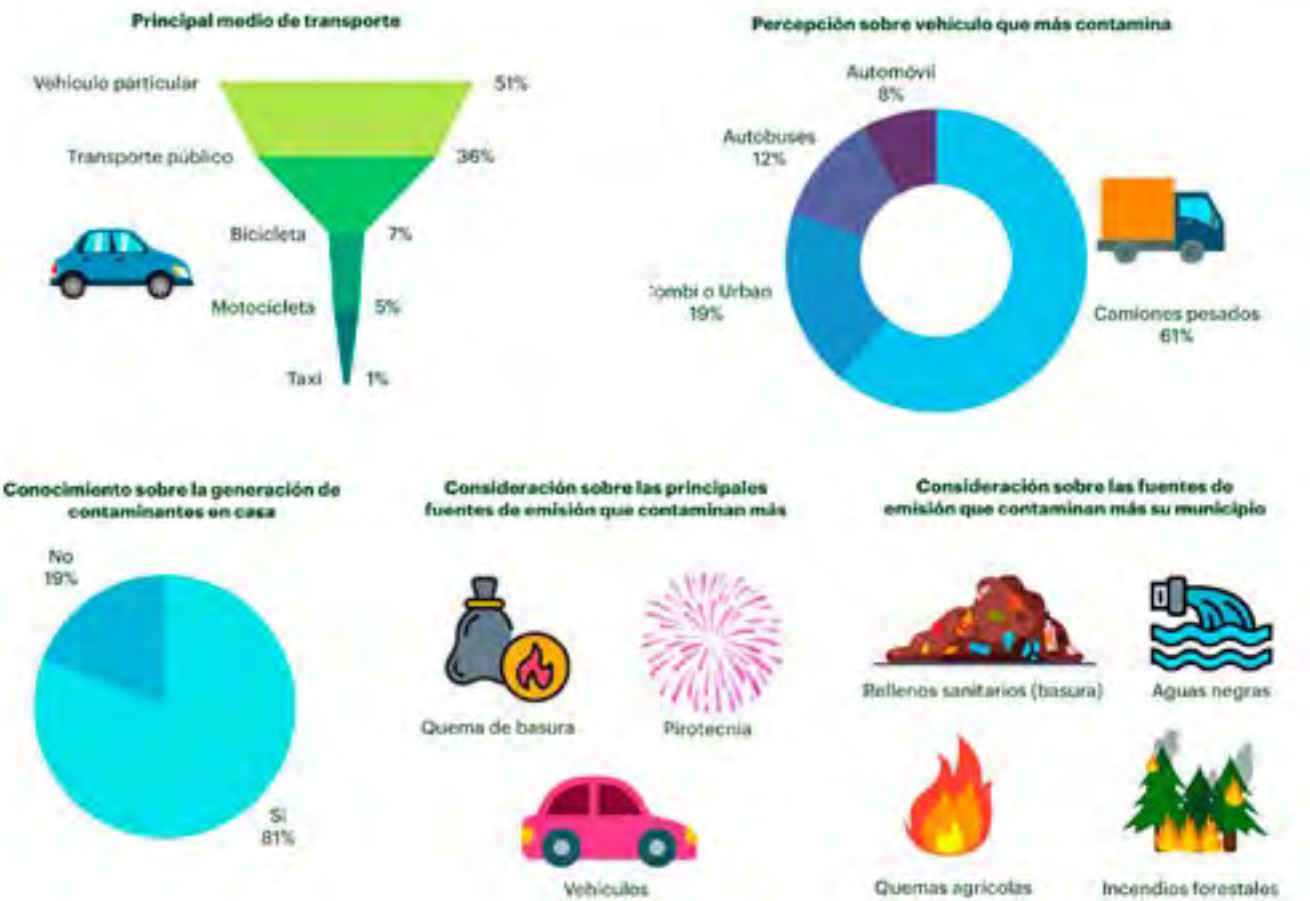


Figura 5.3. Percepción de los informantes en el tema de calidad del aire.



Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNATH.

Figura 5.4. Percepción de los informantes sobre principales fuentes de contaminación del aire.



Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNATH.

De los resultados más sobresalientes de la encuesta muestran que la población considera que la calidad del aire se encuentra entre niveles de buena y regular, lo que interpretaríamos que para ellos no existe un deterioro visible de la calidad del aire.

También de la información recabada se tiene que a los informantes les preocupa “mucho” la calidad del aire, lo que supone preocupación del tema de contaminación atmosférica.

El 60% de los encuestados responde sí tener conocimiento sobre dónde consultar la calidad del aire, siendo el internet y las redes sociales los principales medios de comunicación.

En cuanto a la pregunta “sobre afecciones al andar en la calle”, el 37% de los informantes mencionó no haber presentado alguna afección, mientras que 21% comentó haber presentado irritación de ojos, seguido de reseca en fosas nasales 12% y dolor de cabeza un 9%. Asimismo,

respecto al cuestionamiento sobre su nivel de conocimiento de las “afecciones que causa la calidad del aire” 45% respondió irritación en ojos, cáncer y enfermedades respiratorias, mientras 3% agotamiento físico y 2% enfermedades del corazón y sistema circulatorio, el 50% restante opinó que todas las enfermedades antes mencionadas pueden estar relacionadas con la mala calidad del aire.

Los resultados demuestran que existe un conocimiento de los encuestados sobre el impacto que tiene la mala calidad del aire en su salud, donde manifiestan que se relacionan las enfermedades respiratorias con el deterioro de la calidad del aire.

Según la Organización Mundial de la Salud se estima que cerca de siete millones de personas mueren cada año por la exposición a las partículas finas contenidas en el aire contaminado (OMS, 2018).

Respecto a la pregunta sobre “cuál es el principal medio de transporte” la mayoría de los informantes respondió utilizar el vehículo particular, seguido del transporte público; sin embargo, cuando se les planteó la pregunta sobre “de los siguientes tipos de vehículos ¿Cuál cree que contamina más al aire?” señalaron a los camiones pesados y el transporte público (combi, urban y autobuses). Con base en las respuestas se puede interpretar que existe una falta de conocimiento sobre el impacto que tienen los vehículos particulares que, de acuerdo al Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, año base 2018, tienen un alto impacto por la cantidad de vehículos en circulación.

Respecto a las “3 principales fuentes de emisión

que usted considere contaminan más al aire” indicaron la quema de basura, el uso de vehículo particular y la quema de pirotecnia.

En cuanto a la pregunta de “En su municipio ¿Cuáles son las tres principales fuentes que contaminan más al aire?” indicaron los rellenos sanitarios (basura), aguas residuales (negras), incendios forestales y quemas agrícolas.

La información obtenida de la encuesta es de relevancia, pues permite entender la percepción y grado de conocimiento que tiene la población respecto a las problemáticas que impactan la calidad del aire. De lo anterior, se determina que es conveniente que la SEMARNATH intensifique la difusión de la temática de calidad del aire.

5.3. EDUCACIÓN AMBIENTAL

Hoy en día los problemas ambientales específicamente el de la contaminación del aire requiere de procesos destinados a la formación de una ciudadanía con valores, actitudes y habilidades que permitan generar una relación armónica entre los seres humanos y su ambiente. Por ello, la educación ambiental es un campo de suma necesidad y relevancia para el desarrollo de personas conscientes, sensibles y comprometidas para la resolución de problemas ambientales, en este sentido, existen diversos instrumentos normativos que tienen por objeto garantizar para los habitantes del estado una educación ambiental y acciones hacia una cultura ecológica.

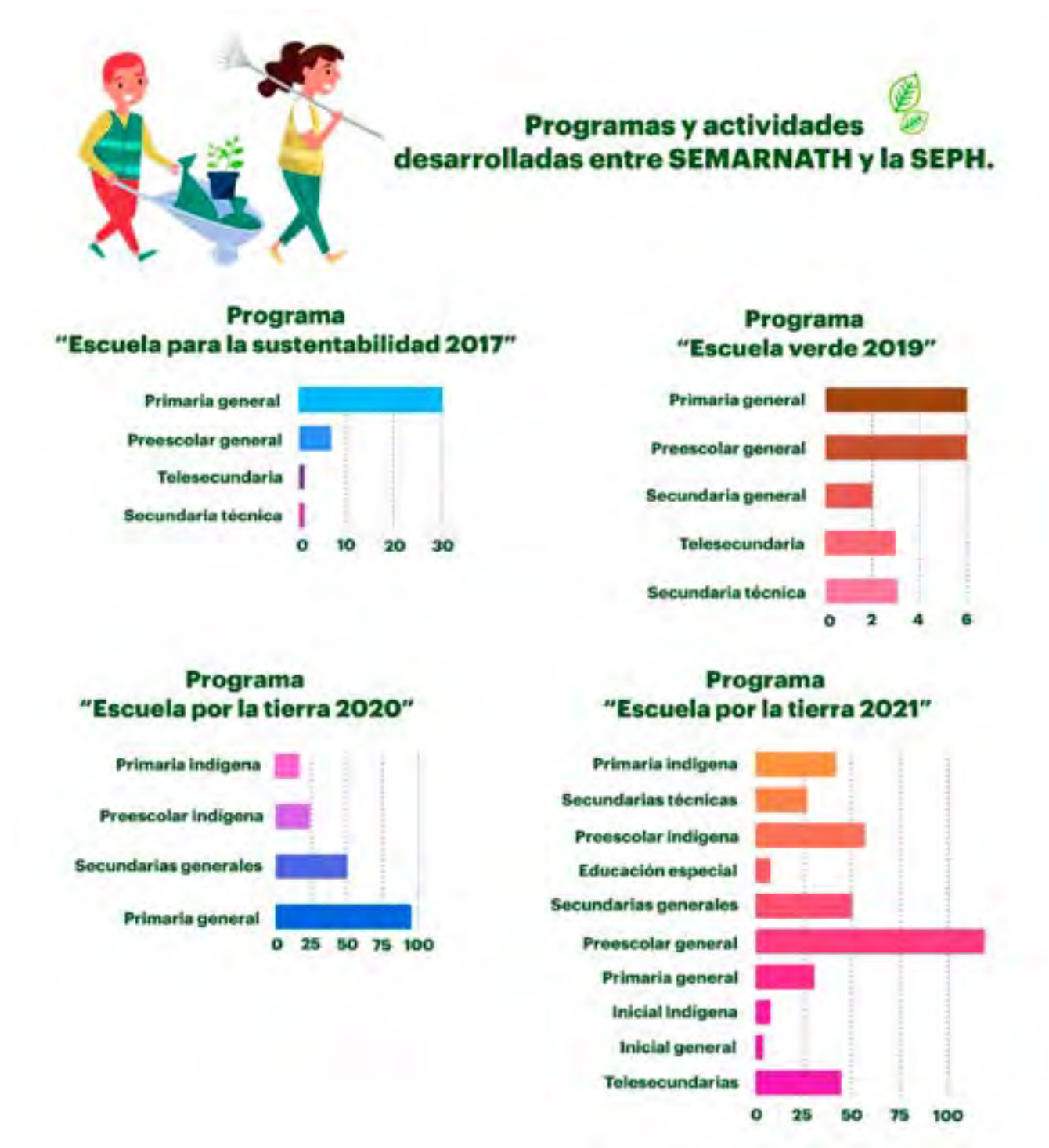


Es importante mencionar que la colaboración que existe entre la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNATH y la Secretaría de Educación Pública, SEPH, ha logrado el establecimiento de diversos programas y actividades en materia de educación ambiental que integran el tema de calidad del aire. El número de escuelas incorporadas en los programas se muestra en la figura 5.5.zz, destacando que en el año 2021 hubo 392 escuelas registradas en el programa “Escuelas por la Tierra” que llevo a la entidad a posicionarse en el primer lugar nacional de registros.

Cabe mencionar que los programas anteriores tuvieron por objetivo capacitar y generar una cultura con responsabilidad ambiental en la comunidad escolar. Es importante mencionar que estos programas se vieron pausados a causa de la pandemia Covid-19. Existen otras actividades que se desarrollan en fomento de la cultura ambiental, como acopio de residuos reciclables, ferias y conmemoración de fechas ambientales, entre otros.



Figura 5.5. Programas y actividades desarrolladas entre SEMARNATH y SEPH.



Fuente: Elaboración propia con información de la Secretaría de Educación Pública del Estado de Hidalgo SEPH.

RESUMEN

En los municipios de Tula de Allende, Tepeji del Río de Ocampo, Atotonilco de Tula, Atitalaquia, Pachuca de Soto y Mineral de la Reforma existen problemas con la calidad del aire en cuanto a $PM_{2.5}$, PM_{10} y O_3 .

De acuerdo con la evaluación de impactos en la salud realizada en los municipios considerados, si se cumpliera con la Norma Oficial Mexicana de partículas suspendidas para la protección de la salud (NOM-025-SSA1-2014) se podrían evitar 54 casos de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y de cáncer de pulmón y 45 casos de mortalidad por enfermedades cardiopulmonares. El valor económico asociado a los casos evitables de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y de cáncer de pulmón alcanzarían los mil 687 millones de pesos.

Los beneficios sociales de reducir la contaminación del aire no solamente se traducen en una mejora en la salud de la población, sino también en un ahorro en los gastos que le implica al sector salud. Los costos relacionados con la atención de los incrementos en enfermedades y de muertes prematuras se podrían reducir ostensiblemente si se cumpliera con las Normas Oficiales Mexicanas para la protección de la salud.



CAPÍTULO 6

ESTRATEGIAS Y MEDIDAS

6.1. INTRODUCCIÓN A LA DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS Y MEDIDAS

En este capítulo se muestran las medidas definidas para el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Hidalgo, ProAire de Hidalgo, las cuales fueron elaboradas a través de mesas temáticas, basándose en los resultados del diagnóstico presentado en los capítulos anteriores de este documento. Se espera que esta serie de estrategias, medidas y acciones permitan alcanzar una mejora en la calidad del aire y por consecuencia, en la calidad de vida de los habitantes y ecosistemas del estado.

Las líneas estratégicas determinadas son las siguientes:

- 1. Emisiones de fuentes móviles
- 2. Emisiones de fuentes de área
- 3. Emisiones de fuentes fijas
- 4. Protección a la salud de la población
- 5. Comunicación y educación ambiental
- 6. Fortalecimiento institucional

Las medidas son el resultado de una serie de reuniones y mesas de trabajo temáticas realizadas con los diversos sectores participantes en el ProAire de Hidalgo (instituciones gubernamentales, no gubernamentales, industrial, académico, investigación, etc.). Para cada medida se ha planteado una meta y se han establecido indicadores cualitativos y/o cuantitativos para su evaluación. Dentro de las medidas se han definido acciones que son las actividades que llevarán al cumplimiento de sus objetivos.

El contenido de las medidas está integrado de la siguiente manera:

- 1. Estrategia
- 2. Medida
- 3. Objetivo
- 4. Justificación
- 5. Responsable y corresponsables de la medida
- 6. Meta e indicador
- 7. Acciones y su descripción
- 8. Cronograma de ejecución



6.2. OBJETIVO

El Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Hidalgo tiene como objetivo reducir la contaminación atmosférica para proteger la salud de la población y de los ecosistemas.

6.3. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS

Una de las herramientas más importantes para la definición de las estrategias y medidas es el inventario de emisiones. A partir de este instrumento se han identificado los sectores que más contaminación generan.

Para cada medida se desarrolla la ficha técnica que describe los detalles para su implementación.

En función del análisis del Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, año base 2018, se definieron las medidas para cada una de las 6 líneas estratégicas (cuadro 6.1.) en conjunto con la información generada por el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo, educación y comunicación ambiental e impacto a la salud.

Cuadro 6.1. Líneas estratégicas.

6.3.1. ESTRATEGIA 1: REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES FIJAS

Medida 1. Reducción y control de emisiones de contaminantes al aire en la Central Termoeléctrica "Francisco Pérez Ríos" de Tula de Allende, Hidalgo.

Objetivo: Reducir y controlar emisiones de contaminantes al aire a través de las mejores prácticas ambientales.

Justificación:

La Central Termoeléctrica “Francisco Pérez Ríos” de Tula de Allende comenzó sus actividades en 1975 y tiene una capacidad instalada de 1,605.6 MW. La central cuenta actualmente con cinco unidades generadoras de electricidad de vapor convencional y uso dual de combustible a partir de gas natural y combustóleo (CENACE, 2020).

En este sentido, es relevante establecer compromisos para la reducción de emisiones, mediante la sustitución gradual del combustóleo por gas natural hasta el porcentaje de la mezcla de gas natural/combustóleo donde se cumpla con la normatividad ambiental y realizar el mantenimiento continuo a los componentes del sistema de quemadores de los generadores de vapor.

Responsable: Comisión Federal de Electricidad, CFE
GENERACIÓN I EPS.

Corresponsables: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, PROFEPA y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT.

Meta e indicador de la medida

[illegible]

Este indicador depende del factor de planta, el consumo de combustible y el tipo de combustible utilizado.

Acciones

[illegible]

Medida 3. Reducción y control de emisiones de la industria cementera.												
Objetivo: Reducir y controlar emisiones de contaminantes al aire a través de mejores prácticas ambientales.												
Justificación: La industria cementera en México se constituye por compañías líderes a nivel mundial. La producción se realiza a través de 35 instalaciones para la fabricación de Cemento, ubicadas estratégicamente en 19 estados del territorio nacional, 4 de las instalaciones operan en el corredor de Tula de Allende. La industria cementera ha invertido en al menos los últimos 30 años, en la disminución y mitigación de emisiones, así como del material particulado asociado a sus actividades. Sin embargo, en la mejora continua y derivado de análisis de emisiones, se determina que existen áreas de oportunidad en la formación de óxidos de nitrógeno por combustión en los hornos que, aunque no excedan los límites permisibles de la normatividad, tienen oportunidad de mitigar a través de inversiones en equipos más eficientes en su combustión. El origen de las emisiones de óxidos de nitrógeno es de carácter multifactorial, por lo que el sector cementero valoriza la implementación de soluciones que ayuden a reducir el impacto que este tiene en dichas emisiones. Por otro lado, la industria del cemento a nivel mundial ha realizado compromisos públicos para la descarbonización de sus operaciones, esto es, buscar una industria que disminuya su impacto por el uso de energía fósil como el coque de petróleo. El uso de combustibles alternativos, tales como los provenientes de residuos no valorizables por otras cadenas, es un factor importante para la disminución de óxidos de nitrógeno.												
Responsable: Industria cementera en el estado de Hidalgo.						Corresponsables: Cámara Nacional del Cemento, CANACEM y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT.						
Meta e indicador de la medida												
Indicador		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
kg emisiones de NOx/Ton de producto producido.		Tendencia: se mantiene o se reduce la tasa de emisión con respecto a la línea base.										
Acciones												
	Acciones	Indicador	Cronograma (años)									
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1.	Modernización tecnológica en sistemas de combustión (quemadores). Responsable: Sector.	Reducción de Nox			x	x		x				
2.	Incremento de sustitución con combustibles alternos Responsable: Sector.	Reducción de Nox			x	x	x	x				
3.	Modernización tecnológica de sistemas de producción de Clinker. Responsable: Sector.	Reducción de Nox								x		
4.	Modernización tecnológica de sistemas de producción de Clinker. Responsable: Sector.	Reducción de CO								x		

Medida 4. Reducción y control de emisiones de la industria calera.												
Objetivo: Reducir y controlar emisiones de contaminantes al aire a través de mejores prácticas ambientales en la extracción, transporte y procesos de producción de la cal.												
Justificación: La producción de cal conlleva varias etapas, las cuales se resumen en: extracción y transporte de la materia prima, la trituración, la separación de materia prima para procesos de carbonato de calcio pulverizado, cal viva o cal hidratada, la calcinación, nuevamente la trituración, la hidratación de la cal y finalmente el almacenamiento o envasado de la cal. En las etapas de extracción y transportación se presentan emisiones de material particulado, principalmente de PM ₁₀ , así como en la etapa de trituración, por lo que en este sector llega a destacar sus emisiones de este tipo de contaminantes en el estado de Hidalgo, ocupando el 5.º lugar en emisiones de PM ₁₀ respecto al sector industrial. También son importantes sus emisiones de dióxido de azufre y partículas menores a 2.5 micrómetros (SO ₂ y PM _{2.5}) por quema de combustibles, por lo que se recomienda migrar a combustibles bajos en azufre.												
Responsable: Industria calera en el estado de Hidalgo.					Corresponsables: Asociación Nacional de Fabricantes de Cal, ANFACAL y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT.							
Meta e indicador de la medida												
Indicador		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Kg de emisiones de PM ₁₀ /ton de producto producido.												
Kg de emisiones de SO ₂ /ton de producto producido.												
Acciones												
	Acciones	Indicador	Cronograma (años)									
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1.	Implementar y mantener sistemas de control de emisiones por resuspensión de partículas en caminos y vialidades aledañas, así como áreas de tránsito vehicular y descarga de materia prima (puede incluir el uso de floculantes o surfactantes). Responsable: Caleras.	% de días con la aplicación del riego		x	x	x	x	x	x	x	x	
2.	Instalar y dar mantenimiento a encasetamientos e infraestructura para evitar emisiones fugitivas de partículas, en áreas de recepción de materia prima, cribado, almacenamiento y bandas transportadoras. Responsable: Caleras.	% de días con la aplicación del riego			x	x	x	x	x	x	x	
3.	Implementar programas de restauración ambiental, reforestación de canteras y cortinas vegetales (conforme a vientos predominantes). Responsable: Caleras.	% de área restaurada o reforestada, respecto a lo programado						x	x	x	x	
4.	Gestionar la ampliación, o en su caso, compleción de la red de suministro de gas natural a la industria calera. Responsable: SEMARNAT, SEMARNATH, ANFACAL.	Gestión realizada		x	x	x						
5.	Implementar sistemas de control de emisiones de polvos para evitar la dispersión de material particulado en los procesos de trituración, calcinación, molienda, hidratación, envasado, almacenamiento y otras que resulten pertinentes Responsable: Caleras.	% de reducción de emisión de partículas por los sistemas		x	x	x	x	x	x	x	x	
6.	Implementar sistema de recuperación de gases de SO ₂ y CO ₂ en hornos verticales para el aprovechamiento de la energía térmica y reducción de emisiones a la atmósfera. Responsable: Caleras.	Reducción del 25% de porcentaje de emisiones de combustión		x	x							
7.	Evitar el balconeo de material en bancos de cantera. Responsable: Caleras.	Cero Balconeo de piedra en canteras				x	x	x	x	x	x	
8.	Mejorar el desempeño ambiental mediante la obtención de certificación Industria Limpia, ISO 14001. Responsable: Caleras.	Certificado(s)		x	x	x						

Medida 5. Fortalecimiento de la regulación industrial estatal.												
Objetivo: Incrementar el número de industrias reguladas en materia de emisiones a la atmósfera.												
Justificación: La regulación de la industria estatal en materia de emisiones a la atmósfera compete a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Hidalgo, así como a la Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente de Hidalgo, PROESPA. La SEMARNATH cuenta con instrumentos de gestión que le permite regular al industrial, siendo principalmente estos la Licencia Ambiental Estatal, LAE y la Cédula de Operación Anual, COA. En los últimos 3 años el padrón industrial estatal se ha incrementado, así como la recepción de la COA, sin embargo, aún se requiere fortalecer la regulación y apoyar al industrial para que mejoren sus reportes de la COA, ya que este instrumento actualiza al inventario de emisiones de fuentes fijas (industria).												
Responsable: Dirección de Normatividad de SEMARNATH en colaboración con PROESPA.					Corresponsables: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT, SEMARNATH, PROESPA, sector industrial estatal.							
Meta e indicador de la medida												
Indicador		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Núm. de establecimientos regulados en materia de atmósfera. Línea base del 2021.			2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	
No. de industrias que entregan COA/industrias registradas en el padrón.			3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	
Acciones												
	Acciones	Indicador	Cronograma (años)									
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1.	Generar el reglamento en materia de regulación ambiental. Responsable: Dirección de Normatividad SEMARNATH.	Reglamento publicado en el Periódico Oficial del Estado de Hidalgo			x							
2.	Actualizar el padrón industrial estatal. Responsable: Dirección de Normatividad SEMARNATH.	Padrón actualizado	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
3.	Implementar el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, RETC estatal de forma electrónica. Responsable: Dirección de Normatividad SEMARNATH.	RETC operando			x	x	x	x	x	x	x	
4.	Capacitar a funcionarios de SEMARNATH por parte de la SEMARNAT en el llenado de COA y RETC. Responsable: DGGCARETC-SEMARNAT.	Capacitación recibida		x			x			x		
5.	Capacitar al sector industrial y de servicios para la integración de datos a la plataforma informática de la COA. Responsable: Dirección de normatividad SEMARNATH.	No. de capacitaciones			x	x	x	x	x	x	x	
6.	Continuar con el programa de auditoría y certificación ambiental. Responsable: PROESPA.	No. de industrias certificadas		x	x	x	x	x	x	x	x	
7.	Difundir la inclusión voluntaria de la industria al Programa de Auditoría y Certificación Ambiental. Responsable: PROESPA.	No. de industrias que ingresaron de forma voluntaria al programa		x	x	x	x	x	x	x	x	
8.	Realizar operativos para identificar industria no regulada. Responsable: PROESPA.	No. de industrias no reguladas y/o en proceso de regularización		x	x	x	x	x	x	x	x	

Medida 6. Fortalecimiento de la regulación de las actividades en bancos de materiales pétreos.												
Objetivo: Disminuir la emisión de partículas a la atmósfera generadas por las actividades de preparación, extracción y transporte de material en bancos pétreos y en su caso rehabilitación de los que se encuentren fuera de operación o abandonados.												
Justificación: La extracción de materiales pétreos es una actividad que se caracteriza por las altas emisiones de material particulado (PM ₁₀ y PM _{2.5}). Respecto al Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo 2018, se tienen registrados 30 establecimientos de este sector, contribuyendo con el 8.2% de PM ₁₀ y 1.9% de PM _{2.5} de lo que se genera por el sector industrial. En apariencia el porcentaje de aporte de partículas por este sector pareciera no significativo, sin embargo, este tipo de fuente tiene un gran impacto local, teniendo presencia principalmente en los municipios de Zempoala y Tepeji del Río de Ocampo.												
Responsable: Dirección de Normatividad de SEMARNATH.				Corresponsables: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo, SEMARNATH, Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente de Hidalgo, PROESPA y responsables/propietarios de bancos pétreos.								
Meta e indicador de la medida												
Indicador		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
% de bancos regulados = (bancos de explotación autorizados/bancos de explotación existentes) *100.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Acciones												
	Acciones	Indicador	Cronograma (años)									
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1.	Actualizar el padrón de bancos pétreos. Diferenciar en el padrón los que están operando y los pasivos ambientales. Responsable: Dirección de Normatividad SEMARNATH.	Padrón de bancos pétreos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2.	Actualizar la Norma técnica de bancos pétreos NTEE-COEDE-001/2000. Responsable: SEMARNATH.	Norma técnica actualizada publicada en el Periódico Oficial del Estado de Hidalgo			x							
3.	Realizar recorridos para la identificación de bancos pétreos no regularizados. Responsable: PROESPA.	Número de recorridos realizados y número de establecimientos identificados		x	x	x	x	x	x	x	x	x
4.	Fortalecer el programa de inspección y vigilancia de bancos pétreos. Responsable: PROESPA.	Número de bancos inspeccionados		x	x	x	x	x	x	x	x	x
5.	Promover la elaboración e implementación de programas de rehabilitación de bancos pétreos abandonados. Responsable: Dirección de Normatividad SEMARNATH.	Bancos pétreos rehabilitados (sí/no)			x	x	x	x	x	x	x	x

Medida 15. Reducción y control de las emisiones generadas por el tratamiento de aguas residuales.												
Objetivo: Reducir emisiones de CH ₄ y COV y/o controlar estas a través de su recuperación.												
Justificación: Las aguas residuales son el resultado del uso doméstico o industrial del agua y constituyen un residuo que genera compuestos orgánicos volátiles COV y metano CH ₄ . En las plantas tratadoras de agua en el estado se emiten grandes cantidades de COV (6.3%) y CH ₄ (44.1%) según el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018, siendo esta fuente la principal emisora de CH ₄ en el estado.												
Responsable: Comisión de Agua y Alcantarillado de Sistemas Intermunicipales, CAASIM, Comisión Estatal del Agua y Alcantarillado, CEAA.						Corresponsables: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Hidalgo, SEMARNATH, organismos operadores de las plantas tratadoras de aguas residuales.						
Meta e indicador de la medida												
Indicador		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Número de plantas que cuentan con sistemas de recuperación de gases				x	x	x	x	x	x	x	x	
Ton de CH ₄ y COV recuperados				x	x	x	x	x	x	x	x	
Acciones												
	Acciones	Indicador	Cronograma (años)									
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1.	Generar registro de las características de infraestructura y procesos de las plantas tratadoras de agua, para identificar las condiciones de operación de las mismas. Cada organismo atenderá a las plantas de su jurisdicción coordinándose con los organismos de operación local. Responsable: CEAA y CAASIM.	Plantas que pueden adoptar un sistema de recuperación de gases	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
2.	Fomentar la recuperación de metano en las principales plantas tratadoras de agua, a través de talleres técnicos y de comunicación, sensibilizar a los responsables del funcionamiento de las plantas. Responsable: CEAA y CAASIM.	Número de talleres realizados		x	x	x	x	x	x	x	x	
3.	Implementar sistemas de recuperación de gases. Responsable: CEAA y CAASIM.	Plantas que implementaron sistema			x			x			x	
4.	Captar CH ₄ para generación de energía eléctrica. Responsable: CEAA y CAASIM.	Cantidad de CH ₄ recuperado			x			x			x	
5.	Integrar en las nuevas plantas, sistemas de recuperación de gases y/ o evaluar la introducción de procesos que reduzcan o eliminen las emisiones de COV y CH ₄ . Responsable: CEAA y CAASIM.	Número de plantas con sistemas de recuperación y/o procesos de reducción o eliminación		x	x	x	x	x	x	x	x	

6.3.4. ESTRATEGIA 4: PROTECCIÓN A LA SALUD.

Medida 16. Prevención y protección de la salud de la población expuesta a mala calidad del aire.												
Objetivo: Prevenir y proteger la salud de la población expuesta a una mala calidad del aire.												
Justificación: El ProAire tiene el objetivo fundamental de proteger la salud de la población, a través de la instrumentación de acciones para reducir los niveles de contaminantes del aire. De acuerdo a lo descrito en el Capítulo 2 de calidad del aire, el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo, SIMAEH en todas sus estaciones presentó incumplimiento de la normatividad de salud en materia de calidad del aire para las partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros PM ₁₀ y PM _{2.5} y ozono O ₃ . Referente al dióxido de azufre SO ₂ y de acuerdo a la norma vigente NOM-022-SSA1-2019, existe incumplimiento en las estaciones ubicadas en Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Tepeji del Río de Ocampo. De acuerdo con lo establecido en el capítulo 4 de Impacto a la salud, los beneficios sociales de reducir la contaminación del aire no solamente se traducen en una mejora en la salud de la población, sino también en un ahorro en los gastos del sector salud. Los resultados de la evaluación de impactos en la salud realizada para este ProAire en los municipios de Tepeji del Río, Atotonilco de Tula, Tula de Allende, Pachuca de Soto, Atitalaquia y Mineral de la Reforma, indican que si se cumpliera con la norma mexicana de partículas suspendidas para la protección de la salud (NOM-025-SSA1-2014) se podrían evitar 54 casos de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y de cáncer de pulmón y 45 casos de mortalidad por enfermedades cardiopulmonares. El valor económico asociado a los casos evitables de mortalidad por enfermedades cardiovasculares y de cáncer de pulmón alcanzarían los \$1,687 millones de pesos.												
Responsable: Secretaría de Salud del Estado de Hidalgo, SSH.					Corresponsables: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo, SEMARNATH, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT, Comisión Ambiental de la Megalópolis, CAME, e Instituto Nacional de Ecología, INECC.							
Meta e indicador de la medida												
Indicador		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Tasa de incidencia de enfermedades relacionados con la exposición a mala calidad del aire		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Acciones												
	Acciones	Indicador	Cronograma (años)									
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1.	Difundir en el monitoreo meteorológico diario el índice de la calidad del aire y riesgos a la salud. Responsable: Subdirección de epidemiología de la SSH	Información publicada	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
2.	Proporcionar información epidemiológica de padecimientos relacionados con la contaminación del aire de unidades de salud a COPRISEH y SEMARNATH. Responsable: Subdirección de epidemiología de la SSH.	Información proporcionada de forma trimestral	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
3.	Efectuar acciones de control sanitario que contribuyan a la protección de la salud ante riesgos sanitarios derivados de la inadecuada calidad del aire. Responsable: Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios del Estado de Hidalgo, COPRISEH.	Informe de acciones	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
4.	Actualizar el Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas para los municipios de Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma, Zempoala y San Agustín Tlaxiaca. Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire-SEMARNATH, Secretaría de Salud y Comité Técnico del Programa.	Programa actualizado y publicado			x		x		x		x	
5.	Fortalecer la promoción de medidas para limitar los daños a la salud producidos por contaminación ambiental. Responsable: Subdirección de Promoción de la SSH.	Material difundido	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
6.	Fortalecer las investigaciones sobre salud ambiental y contaminación del aire. Responsable: Universidades y Centros de Investigación.	Estudios realizados		x	x	x	x	x	x	x	x	
7.	Crear y actualizar la base de datos con las investigaciones sobre salud ambiental y contaminación del aire Responsable: Universidades y Centros de Investigación.	Base de datos de investigaciones		x	x	x	x	x	x	x	x	

6.3.6. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL.

Medida 19. Fortalecimiento del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo, SIMAEH.												
Objetivo: Garantizar la generación continua de información confiable sobre calidad del aire en tiempo real, a través del buen funcionamiento de las estaciones de monitoreo.												
Justificación: La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo, SEMARNATH es la responsable de la operación y administración del Sistema de Monitoreo Atmosférico, SIMAEH, este cuenta con estaciones de monitoreo en los municipios de: Pachuca de Soto, Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río de Ocampo, Tlaxcoapan, Tizayuca, Lolotla, Tepeapulco, Huichapan, Zapotlán de Juárez y Tulancingo de Bravo. Las estaciones tienen equipo para medir partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros PM ₁₀ y PM _{2.5} , ozono O ₃ , dióxido de azufre SO ₂ , dióxido de nitrógeno NO ₂ y monóxido de carbono CO, así como parámetros meteorológicos. Del análisis de calidad del aire presentado en el Capítulo 2, se obtuvo que en todas las estaciones que conforman el SIMAEH presentan incumplimiento para las PM ₁₀ , PM _{2.5} y O ₃ . Referente al SO ₂ de acuerdo a la norma vigente NOM-022-SSA1-2019, existe incumplimiento en las estaciones ubicadas en Tula de Allende, Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Tepeji del Río de Ocampo.												
Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo, SEMARNATH.					Corresponsables: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT, Comisión Ambiental de la Megalópolis, CAME, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC.							
Meta e indicador de la medida												
Indicador	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
75% o más de datos válidos por estación	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Acciones												
	Acciones	Indicador	Cronograma (años)									
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1.	Realizar periódicamente la evaluación de desempeño del SIMAEH. Esta evaluación se realizará con el apoyo técnico de INECC y CAME. Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire SEMARNATH.	Estudio realizado		x		x		x		x		x
2.	Continuar con el envío de datos válidos para su incorporación en los informes nacionales de calidad del aire. Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire SEMARNATH.	Bases de datos de registros de calidad del aire validados enviados a INECC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3.	Evaluar la representatividad espacial de las mediciones de cada estación de monitoreo por contaminante. Evaluación con apoyo técnico de INECC y CAME. Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire SEMARNATH.	% de estaciones del SIMAEH con representatividad espacial determinada por contaminante			x							
4.	Evaluar las necesidades potenciales de la ampliación del SIMAEH de acuerdo a la NOM-156-SEMARNAT-2012. Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire". Evaluación con apoyo técnico de INECC y CAME. Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire SEMARNATH.	Sitios propuestos para la ampliación del SIMAEH			x							
5.	Incorporar personal técnico al SIMAEH. Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire SEMARNATH.	Número de personas integradas			x	x	x	x				

Medida 20. Actualización del inventario de emisiones.												
Objetivo: Mantener actualizado el inventario de emisiones de contaminantes del estado de Hidalgo.												
Justificación: Como parte fundamental para conocer la efectividad de la aplicación de las medidas es necesario actualizar el inventario de emisiones a la atmósfera, ya que este es una de las herramientas base para conocer si las emisiones de los contaminantes se han disminuido o aumentado, e incluso para verificar si se han incluido nuevas fuentes emisoras. La actualización de las fuentes corresponde a los responsables de la jurisdicción de cada una de ellas, siendo la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo, SEMARNATH el responsable de integrar el inventario con apoyo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT y municipios. El inventario es el indicador propósito del ProAire con el cual se da seguimiento y evaluación al mismo.												
Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire de la SEMARNATH.						Corresponsables: SEMARNAT, municipios del estado de Hidalgo.						
Meta e indicador de la medida												
Indicador		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
Inventario publicado			x		x		x		x		x	
Acciones												
	Acciones	Indicador	Cronograma (años)									
			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1.	Identificar áreas de oportunidad para la actualización del Inventario. Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire SEMARNATH.	Reporte	x		x		x		x		x	
2.	Impartir talleres para la generación de información para la elaboración del inventario. Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire SEMARNATH.	Número de talleres impartidos			x		x		x		x	
3.	Gestionar información para el desarrollo del inventario. Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire SEMARNATH.	Información obtenida		x		x		x		x	x	
4.	Solicitar información de carácter federal a la SEMARNAT para integrar el inventario estatal. Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire SEMARNATH.	Información obtenida		x		x		x		x	x	
5.	Analizar y validar las bases de datos del inventario. Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire SEMARNATH en coordinación con SEMARNAT.	Inventario verificado y validado por SEMARNAT			x		x		x		x	
6.	Incorporar personal técnico al área de inventarios. Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire SEMARNATH.	Número de personas integradas			x		x		x		x	
7.	Mantener el nivel del inventario con fines de modelación. Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire SEMARNATH.	Bases de datos con fines de modelación			x		x		x		x	
8.	Publicar el Inventario de emisiones. Responsable: Dirección General de Gestión de Calidad del Aire SEMARNATH.	Inventario publicado		x		x		x		x	x	



BIBLIOGRAFÍA

Atkinson, R. W., Butland, B. K., Dimitroulopoulou, C., Heal, M. R., Stedman, J. R., Carslaw, N., ... Anderson, H. R. (2016). Long-term exposure to ambient ozone and mortality: a quantitative systematic review and meta-analysis of evidence from cohort studies. *BMJ Open*, 6(2). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-009493>

Bravo, M. A., Son, J., de Freitas, C. U., Gouveia, N., & Bell, M. L. (2016). Air pollution and mortality in São Paulo, Brazil: Effects of multiple pollutants and analysis of susceptible populations. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 26(2), 150–161. <https://doi.org/10.1038/jes.2014.90>

CENACE, 2020. Programa de ampliación y modernización de la red nacional de transmisión y redes generales de distribución del mercado eléctrico mayorista. Disponible en: <https://www.cenace.gob.mx/Docs/Planeacion/ProgramaRNT/Programa%20de%20Ampliación%20y%20Modernización%20de%20la%20RNT%20y%20RGD%202019%20-%2020233.pdf>

Congreso del Estado de Hidalgo. (2020). Ley de Educación del Estado de Hidalgo. Recuperado el 04 de Noviembre de 2021, de: http://www.congreso-hidalgo.gob.mx/biblioteca_legislativa/leyes_cintillo/Ley%20de%20Educacion%20para%20el%20Estado%20de%20Hidalgo.pdf

Congreso del Estado de Hidalgo. (2021). Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo. Recuperado el 03 de Noviembre de 2021, de: http://www.congreso-hidalgo.gob.mx/biblioteca_legislativa/leyes_cintillo/Ley%20para%20la%20Proteccion%20al%20Ambiente%20del%20Estado%20de%20Hidalgo.pdf

Crouse, D. L., Peters, P. A., Villeneuve, P. J., Proux, M.-O., Shin, H. H., Goldberg, M. S., ... Burnett, R. T. (2015). Within- and between-city contrasts in nitrogen dioxide and mortality in 10 Canadian cities; a subset of the Canadian Census Health and Environment Cohort (CanCHEC). *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 25(5), 482–489. <https://doi.org/10.1038/jes.2014.89>

Domínguez-Rodríguez, A., Abreu-Afonso, J., González, Y., Rodríguez, S., Juárez-Prera, R. A., Arroyo-Ucar, E., ... Avanzas, P. (2013). Relación entre exposición a corto plazo a dióxido de azufre atmosférico y lesiones obstructivas en el síndrome coronario agudo. *Medicina Clínica*, 140(12), 537–541. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2012.05.040>

Goldberg, M. S., Burnett, R. T., Stieb, D. M., Brophy, J. M., Daskalopoulou, S. S., Valois, M.-F., & Brook, J. R. (2013). Associations between ambient air pollution and daily mortality among elderly persons in Montreal, Quebec. *Science of The Total Environment*, 463–464, 931–942. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.06.095>

Guo, Y., Tong, S., Li, S., Barnett, A. G., Yu, W., Zhang, Y., & Pan, X. (2010). Gaseous air pollution and emergency hospital visits for hypertension in Beijing, China: a time-stratified case-crossover study. *Environmental Health*, 9(1), 57. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-9-57>

Hamra, G. B., Guha, N., Cohen, A., Laden, F., Raaschou-Nielsen, O., Samet, J. M., ... Loomis, D. (2014). Outdoor Particulate Matter Exposure and Lung Cancer : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environmental Health Perspectives*, 122(9), 906–911. <https://doi.org/10.1289/ehp/1408092>

Hamra, G. B., Laden, F., Cohen, A. J., Raaschou-Nielsen, O., Brauer, M., & Loomis, D. (2015). Lung Cancer and Exposure to Nitrogen Dioxide and Traffic: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environmental Health Perspectives*, 123(11), 1107–12. <https://doi.org/10.1289/ehp.1408882>

HEI Collaborative Working Group on Air Pollution, Poverty, and Health in Ho Chi Minh City, Le, T. G., Ngo, L., Mehta, S., Do, V. D., Thach, T. Q., ... Cohen, A. (2012). Effects of short-term exposure to air pollution on hospital admissions of young children for acute lower respiratory infections in Ho Chi Minh City, Vietnam. *Research Report (Health Effects Institute)*, (169), 5-72-83. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22849236>

Héroux, M.-E., Anderson, H. R., Atkinson, R., Brunekreef, B., Cohen, A., Forastiere, F., ... Walton, H. (2015). Quantifying the health impacts of ambient air pollutants: recommendations of a WHO/Europe project. *International Journal of Public Health*, 60(5), 619–627. <https://doi.org/10.1007/s00038-015-0690-y>

IHME. (2016). GBDCmpareDataVisualization. Retrieved November 28, 2016. Disponible: <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>

INECC. (2016, 2017, 2018, 2019). Informes Nacionales de Calidad del Aire para los años 2016, 2017, 2018 y 2019. Disponible en la página del Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA), <https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/informes.php>

INEGI. Geografía y Medio Ambiente. Climatología. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/>

INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo 2017. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825095093.pdf

INEGI. (2018). Características de las defunciones registradas en México durante 2018. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/EstSociodemo/DefuncionesRegistradas2019.pdf>

INEGI. (2019). Demografía y Sociedad. Mortalidad. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/mortalidad/INEGI>, DENU. (2021). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENU). Disponible: <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/?ti=6>

INEGI. (2021). Panorama Sociodemográfico de Hidalgo. Censo de Población y Vivienda 2020. 2021. Disponible en: https://inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197865.pdf

López-Villegas, M. T., & Pérez-Rivas, I. K. (2014). Valoración económica de los beneficios a la salud de la población que se alcanzarían por la reducción de las PM2.5 en tres zonas metropolitanas mexicanas. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/195224/2014_CGCSA_Beneficos_econ_micos_al_reducir_PM2.5.pdf

Nadadur, S. S., & Hollingsworth, J. W. (2015). Air Pollution and Health Effects. (M. and I. Toxicology, Ed.) (1st ed.). Springer London Heidelberg New York Dordrecht: Humana Press.

OMS. (08 de mayo de 2018). Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 03 de Noviembre de 2021, de Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado: <https://www.who.int/es/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>

Pope III, C. A., & Dockery, D. W. (2006). Health Effects of Fine Particulate Air Pollution : Lines that Connect. Journal of the Air & Waste Management Association, 56(January 2015), 709–742. <https://doi.org/10.1080/10473289.2006.10464485>

Qian, Y., Zhu, M., Cai, B., Yang, Q., Kan, H., Song, G., ... Wang, C. (2013). Epidemiological evidence on association between ambient air pollution and stroke mortality. Journal of Epidemiology and Community Health, 67(8), 635–40. <https://doi.org/10.1136/jech-2012-201096>

Rojas-Bracho, L., & Garibay-Bravo, V. (2003). Las partículas suspendidas, aeropartículas o aerosoles : ¿hacen daño a la salud ?; ¿podemos hacer algo ? Gaceta Ecológica, 69(octubre-diciembre), 29–44.

Saez, M., Ballester, F., Barceló, M. A., Pérez-Hoyos, S., Bellido, J., Tenías, J. M., ... EMECAM. (2002). A combined analysis of the short-term effects of photochemical air pollutants on mortality within the EMECAM project. Environmental Health Perspectives, 110(3), 221–8. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11882471>

Secretaría de Salud. (2015). Sistema Único Automatizado para la Vigilancia Epidemiológica en Línea. Retrieved May 27, 2019, from http://www.sinave.gob.mx/SUAVE/Inicio_sesion.aspx

SEMARNATH. (2018). Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2016. Disponible en: <http://aireysalud.semarnath.gob.mx/descargas/inventario.pdf>

SEMARNATH. (2022). Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, 2018.
Shah, A. S. V, Langrish, J. P., Nair, H., McAllister, D. A., Hunter, A. L., Donaldson, K., ... Mills, N. L. (2013). Global association of air pollution and heart failure: a systematic review and meta-analysis. Lancet (London, England), 382(9897), 1039–48. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60898-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60898-3)

Tao, Y., Zhong, L., Huang, X., Lu, S.-E., Li, Y., Dai, L., ... Huang, W. (2011). Acute mortality effects of carbon monoxide in the Pearl River Delta of China. Science of The Total Environment, 410–411, 34–40. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2011.09.004>

Tong, L., Li, K., & Zhou, Q. (2014). Promoted relationship of cardiovascular morbidity with air pollutants in a typical Chinese urban area. PloS One, 9(9), e108076. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108076>

US EPA. (2013). America's Children and the Environment, Third Edition. Population (French Edition) (Vol. 13). <https://doi.org/10.2307/1525447>

USEPA. (201). Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program. Disponible en: https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/qa/Final%20Handbook%20Document%201_17.pdf

Wang, Y., Eliot, M. N., & Wellenius, G. A. (2014). Short-term changes in ambient particulate matter and risk of stroke: A systematic review and meta-analysis. Journal of the American Heart Association, 3(4), 1–23. <https://doi.org/10.1161/JAHA.114.000983>

ANEXOS

Anexo A. Emisiones en el estado de Hidalgo por categoría, 2018
Cuadro A.1. Emisiones en el estado de Hidalgo por categoría, 2018.

Fuente	Emisiones (Mg/año)								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Fuentes fijas	8,238.8	5,571.1	201,545.2	14,657.5	24,688.6	3,831.2	252.8	132.0	343.9
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	0.1	0.1	NE	NE	NE	1.0	NE	NE	NE
Alimentos y bebidas	29.2	18.6	100.6	40.1	100.3	3.5	1.2	1.0	0.6
Asbesto	0.0	0.0	NE	0.0	0.0	NE	NE	NE	NE
Automotriz	1.9	1.1	7.5	26.3	157.1	69.4	0.5	0.1	NE
Cal	127.8	27.1	617.6	47.1	340.8	3.7	1.8	1.5	NE
Celulosa y papel	17.6	17.4	1.3	182.6	477.1	13.0	7.0	5.0	NE
Cemento	485.9	307.4	6,535.0	11,771.6	11,230.6	814.0	4.8	5.7	NE
Derivados del petróleo y carbón	1.4	0.7	1.8	2.9	9.2	0.2	0.3	NS	NS
Extracción/Beneficio minerales no metálicos	674.5	104.7	NS	NS	NS	NS	NE	NE	NE
Generación de energía eléctrica	5,392.7	3,931.4	113,944.0	1,499.1	9,205.5	206.1	179.0	83.5	290.0
Industria de la madera	8.7	7.1	NE	NS	NS	45.3	NE	NS	NE
Industria textil	35.0	23.9	545.6	31.2	95.5	2.7	1.7	1.5	1.4
Manejo de desechos y remediación	NS	NE	NS	NS	0.2	NS	NE	NE	NE
Metálico	0.3	0.3	NE	1.1	1.9	21.5	NE	NS	NE
Metalúrgica y siderúrgica	296.1	225.5	127.0	89.1	191.2	49.4	3.2	2.3	0.9
Mezclas químicas	1.2	0.9	NS	1.0	1.3	15.3	NS	NS	NS
Minerales no metálicos	22.7	13.8	NS	6.5	7.8	51.6	0.2	0.2	NS
Papel y cartón	0.2	0.2	NS	0.3	1.6	NE	NE	NS	NE
Petróleo y petroquímica	1,073.2	835.7	79,636.4	904.8	2,769.2	2,200.8	51.9	28.4	50.1
Pinturas y tintas	0.5	0.3	NS	1.5	1.8	47.6	0.1	NS	NE
Plástico y hule	0.2	0.2	NS	0.1	0.2	NS	NS	NS	NS
Química	69.5	54.7	28.2	51.6	96.3	286.0	1.2	2.4	0.8
Tratamiento de residuos peligrosos	0.1	0.1	NS	0.6	1.1	NE	NS	NS	NE
Fuentes de área	28,972.8	11,709.9	660.2	94,179.5	9,637.3	49,798.7	22,462.0	89,861.3	910.9
Combustión agrícola	434.1	434.1	404.9	1,331.8	6,170.1	1.0	29.6	12.2	65.2
Combustión comercial	6.1	6.1	0.8	50.1	87.9	3.1	NE	1.3	0.4
Combustión doméstica	5,451.3	5,249.7	158.8	63,585.8	2,299.5	13,974.5	NE	4,969.6	374.3
Combustión industrial	3.6	2.2	0.3	23.6	60.7	1.3	1.4	0.5	0.6
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	413.7	NA	NA	NA
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	115.2	NA	NA	NA
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	18.7	NA	NA	NA
Limpieza Superficies Industriales	NA	NA	NA	NA	NA	2,793.5	NA	NA	NA
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	746.8	NA	NA	NA
Pintura vial	NA	NA	NA	NA	NA	133.1	NA	NA	NA
Recubrimiento en Superficies Arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	1,774.7	NA	NA	NA

Fuente	Emisiones (Mg/año)								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Recubrimiento en Superficies Industriales	NA	NA	NA	NA	NA	392.8	NA	NA	NA
Uso Doméstico de Solventes	NA	NA	NA	NA	NA	4,194.3	NA	NA	NA
Manejo y Distribución de Gas LP	NA	NA	NA	NA	NA	8,594.5	NA	NA	NA
Manejo y Distribución de Combustibles	NA	NA	NA	NA	NA	1,117.2	NA	NA	NA
Actividades de la construcción	463.7	46.4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Asado al carbón	135.3	108.0	NA	269.5	5.0	17.4	NA	NA	4.0
Panificación	NA	NA	NA	NA	NA	161.5	NA	NA	-
Aplicación fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2,233.9	NA	NA
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	143.5	NA	NA	NA
Emisiones ganaderas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	15,064.8	32,230.2	NA
Corrales de engorda	135.9	15.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Labranza	3,496.6	775.2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Quemas agrícolas	3,376.2	3,241.2	82.5	27,149.9	965.6	2,887.3	543.1	1,110.0	448.6
Quemas a cielo abierto	59.6	54.6	1.6	133.3	9.4	13.4	NA	20.4	6.6
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	11,242.4	NA	39,944.0	NA
Caminos pavimentados y no pavimentados	15,229.0	1,615.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Emisiones domésticas de NH ₃	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4,577.7	NA	NA
Esterilización de Material Hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	2.1	NA	NA	NA
Incendios en construcción	0.4	0.4	NA	6.6	0.2	0.4	NA	NA	0.1
Incendios forestales	116.2	98.5	10.5	1,156.1	34.1	80.8	11.6	46.4	7.1
Ladrilleras	64.8	62.4	0.7	472.9	4.9	428.7	NA	NA	4.2
Rellenos sanitarios	NA	NA	NA	NA	NA	547.0	NA	11,526.6	NA
Fuentes móviles carreteras	2,063.6	1,889.2	634.9	98,828.1	26,038.6	11,430.3	159.7	567.2	315.2
Motocicleta	7.3	6.5	20.3	4,928.2	244.3	392.8	13.5	11.0	0.9
Automóvil particular	86.5	76.5	163.3	32,710.9	6,547.7	4,120.8	52.0	86.4	19.0
Taxi	1.2	1.1	2.0	741.2	185.7	116.4	5.6	3.0	0.2
Camioneta particular	52.9	47.3	90.5	16,801.7	3,442.5	2,015.0	24.6	67.8	10.2
Combi	3.2	2.9	2.0	1,075.3	356.0	110.9	5.3	7.2	1.3
Pick-up	114.1	101.4	110.8	29,940.5	4,401.5	3,239.0	29.1	94.0	25.0
Veh<3.8Ton	36.5	33.1	1.9	4,331.5	936.6	413.4	6.6	24.4	17.5
Autobús	247.9	228.1	27.4	1,030.3	2,771.3	148.5	4.2	60.4	81.4
Veh>3.8Ton	739.1	679.3	117.5	6,061.5	3,747.2	590.0	11.6	109.0	74.7
Tractocamión	775.1	713.1	99.3	1,206.9	3,405.8	283.5	7.3	104.2	85.0
Fuentes móviles no carreteras	58.2	56.4	24.3	363.5	627.9	62.4	0.6	8.6	21.8
Aeronaves	0.1	0.1	0.4	52.4	2.0	4.0	NA	NA	NA
Terminal de autobuses	0.3	0.3	0.5	30.4	53.6	2.7	0.0	0.4	0.1
Equipo de la construcción	57.8	56.0	23.4	280.7	572.3	55.7	0.6	8.2	21.7
Ferrocarril	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Naturales	3,518.1	527.7	NA	NA	27,988.9	112,845.3	NA	NA	NA
Biogénicas	NA	NA	NA	NA	27,988.9	112,845.3	NA	NA	NA
Erosivas	3,518.1	527.7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Total	42,851.6	19,754.3	202,864.6	208,028.6	88,981.3	177,967.9	22,875.1	90,569.1	1,591.9

NA_No aplica; NS_No significativo; NE_No estimado por falta de factores de emisión.
Nota: los valores presentados como 0.0 es un valor entre 0 y 0.1.

Cuadro A.2. Porcentaje de emisiones en el estado de Hidalgo por categoría, 2018.

Fuente	Porcentaje de emisiones								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Fuentes fijas	19.2%	28.2%	99.3%	7.0%	27.7%	2.2%	1.1%	0.1%	21.6%
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	0.0%	0.0%	NE	NE	NE	0.0%	NE	NE	NE
Alimentos y bebidas	0.4%	0.3%	0.0%	0.3%	0.4%	0.1%	0.5%	0.8%	0.2%
Asbesto	0.0%	0.0%	NE	0.0%	0.0%	NE	NE	NE	NE
Automotriz	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.6%	1.8%	0.2%	0.1%	NE
Cal	1.6%	0.5%	0.3%	0.3%	1.4%	0.1%	0.7%	1.1%	NE
Celulosa y papel	0.2%	0.3%	0.0%	1.2%	1.9%	0.3%	2.8%	3.8%	NE
Cemento	5.9%	5.5%	3.2%	80.3%	45.5%	21.2%	1.9%	4.3%	NE
Derivados del petróleo y carbón	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	NS	NS
Extracción/Beneficio minerales no metálicos	8.2%	1.9%	NS	NS	NS	NE	NE	NE	NE
Generación de energía eléctrica	65.5%	70.6%	56.5%	10.2%	37.3%	5.4%	70.8%	63.3%	84.3%
Industria de la madera	0.1%	0.1%	NE	NS	NS	1.2%	NE	NS	NE
Industria textil	0.4%	0.4%	0.3%	0.2%	0.4%	0.1%	0.7%	1.1%	0.4%
Manejo de desechos y remediación	NS	NE	NS	NS	0.0%	NS	NE	NE	NE
Metálico	0.0%	0.0%	NE	0.0%	0.0%	0.6%	NE	NS	NE
Metalúrgica y siderúrgica	3.6%	4.0%	0.1%	0.6%	0.8%	1.3%	1.3%	1.7%	0.3%
Mezclas químicas	0.0%	0.0%	NS	0.0%	0.0%	0.4%	NS	NS	NS
Minerales no metálicos	0.3%	0.2%	NS	0.0%	0.0%	1.3%	0.1%	0.2%	NS
Papel y cartón	0.0%	0.0%	NS	0.0%	0.0%	NE	NE	NS	NE
Petróleo y petroquímica	13.0%	15.0%	39.5%	6.2%	11.2%	57.4%	20.5%	21.5%	14.6%
Pinturas y tintas	0.0%	0.0%	NS	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%	NS	NE
Plástico y hule	0.0%	0.0%	NS	0.0%	0.0%	NS	NS	NS	NS
Química	0.8%	1.0%	0.0%	0.4%	0.4%	7.5%	0.5%	1.8%	0.2%
Tratamiento de residuos peligrosos	0.0%	0.0%	NS	0.0%	0.0%	NE	NS	NS	NE
Fuentes de área	67.6%	59.3%	0.3%	45.3%	10.8%	28.0%	98.2%	99.2%	57.2%
Combustión agrícola	1.5%	3.7%	61.3%	1.4%	64.0%	0.0%	0.1%	0.0%	7.2%
Combustión comercial	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.9%	0.0%	NE	0.0%	0.0%
Combustión doméstica	18.8%	44.8%	24.1%	67.5%	23.9%	28.1%	NE	5.5%	41.1%
Combustión industrial	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	0.8%	NA	NA	NA
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	0.2%	NA	NA	NA
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	0.0%	NA	NA	NA
Limpieza Superficies Industriales	NA	NA	NA	NA	NA	5.6%	NA	NA	NA
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	1.5%	NA	NA	NA
Pintura vial	NA	NA	NA	NA	NA	0.3%	NA	NA	NA
Recubrimiento en Superficies Arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	3.6%	NA	NA	NA
Recubrimiento en Superficies Industriales	NA	NA	NA	NA	NA	0.8%	NA	NA	NA
Uso Doméstico de Solventes	NA	NA	NA	NA	NA	8.4%	NA	NA	NA
Manejo y Distribución de Gas LP	NA	NA	NA	NA	NA	17.3%	NA	NA	NA
Manejo y Distribución de Combustibles	NA	NA	NA	NA	NA	2.2%	NA	NA	NA
Actividades de la construcción	1.6%	0.4%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA_No aplica; NS_No significativo; NE_No estimado por falta de factores de emisión.

Fuente	Porcentaje de emisiones								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Asado al carbón	0.5%	0.9%	NA	0.3%	0.1%	0.0%	NA	NA	0.4%
Panificación	NA	NA	NA	NA	NA	0.3%	NA	NA	-
Aplicación fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9.9%	NA	NA
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	0.3%	NA	NA	NA
Emisiones ganaderas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	67.1%	35.9%	NA
Corrales de engorda	0.5%	0.1%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Labranza	12.1%	6.6%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Quemas agrícolas	11.7%	27.7%	12.5%	28.8%	10.0%	5.8%	2.4%	1.2%	49.2%
Quemas a cielo abierto	0.2%	0.5%	0.2%	0.1%	0.1%	0.0%	NA	0.0%	0.7%
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	22.6%	NA	44.5%	NA
Caminos pavimentados y no pavimentados	52.6%	13.8%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Emisiones domésticas de NH ₃	NA	NA	NA	NA	NA	NA	20.4%	NA	NA
Esterilización de Material Hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	0.0%	NA	NA	NA
Incendios en construcción	0.0%	0.0%	NA	0.0%	0.0%	0.0%	NA	NA	0.0%
Incendios forestales	0.4%	0.8%	1.6%	1.2%	0.4%	0.2%	0.1%	0.1%	0.8%
Ladrilleras	0.2%	0.5%	0.1%	0.5%	0.1%	0.9%	NA	NA	0.5%
Rellenos sanitarios	NA	NA	NA	NA	NA	1.1%	NA	12.8%	NA
Fuentes móviles carreteras	4.8%	9.6%	0.3%	47.5%	29.3%	6.4%	0.7%	0.6%	19.8%
Motocicleta	0.4%	0.3%	3.2%	5.0%	0.9%	3.4%	8.5%	1.9%	0.3%
Automóvil particular	4.2%	4.0%	25.7%	33.1%	25.1%	36.1%	32.6%	15.2%	6.0%
Taxi	0.1%	0.1%	0.3%	0.7%	0.7%	1.0%	3.5%	0.5%	0.1%
Camioneta particular	2.6%	2.5%	14.3%	17.0%	13.2%	17.6%	15.4%	12.0%	3.2%
Combi	0.2%	0.2%	0.3%	1.1%	1.4%	1.0%	3.3%	1.3%	0.4%
Pick-up	5.5%	5.4%	17.5%	30.3%	16.9%	28.3%	18.2%	16.6%	7.9%
Veh<3.8Ton	1.8%	1.8%	0.3%	4.4%	3.6%	3.6%	4.1%	4.3%	5.6%
Autobús	12.0%	12.1%	4.3%	1.0%	10.6%	1.3%	2.6%	10.6%	25.8%
Veh>3.8Ton	35.8%	36.0%	18.5%	6.1%	14.4%	5.2%	7.3%	19.2%	23.7%
Tractocamión	37.6%	37.7%	15.6%	1.2%	13.1%	2.5%	4.6%	18.4%	27.0%
Fuentes móviles no carreteras	0.1%	0.3%	0.0%	0.2%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	1.4%
Aeronaves	0.2%	0.2%	1.6%	14.4%	0.3%	6.4%	NA	NA	NA
Terminal de autobuses	0.5%	0.5%	2.1%	8.4%	8.5%	4.3%	0.0%	4.7%	0.5%
Equipo de la construcción	99.3%	99.3%	96.3%	77.2%	91.1%	89.3%	100.0%	95.3%	99.5%
Ferrocarril	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Naturales	8.2%	2.7%	NA	NA	31.5%	63.4%	NA	NA	NA
Biogénicas	NA	NA	NA	NA	100.0%	100.0%	NA	NA	NA
Erosivas	100.0%	100.0%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

NA_No aplica; NS_No significativo; NE_No estimado por falta de factores de emisión.

Anexo B. Emisiones por municipio, 2018
Cuadro A.3. Emisiones en el estado de Hidalgo por municipio, 2018.

Municipio	Emisiones (Mg/año)								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Acatlán	507.7	244.4	32.7	2,344.3	906.1	942.5	802.9	1,580.9	21.6
Acaxochitlán	462.7	201.6	41.0	2,469.0	945.6	1,100.0	249.8	487.7	19.5
Actopan	722.8	278.5	27.6	4,078.8	1,039.7	1,450.7	449.6	1,366.5	22.9
Agua Blanca de Iturbide	130.6	44.5	5.5	592.9	303.7	596.4	91.9	216.7	3.5
Ajacuba	305.6	166.5	15.0	1,711.3	568.7	841.1	174.6	588.5	17.9
Alfajayucan	363.9	165.5	18.5	1,446.9	1,173.7	1,691.9	232.1	705.5	19.5
Almoloya	473.7	186.0	8.5	1,703.4	726.1	1,188.6	228.1	503.8	4.1
Apan	988.8	374.5	19.2	3,999.3	1,234.4	2,177.6	323.6	1,965.2	11.5
El Arenal	225.1	114.1	11.6	1,294.3	470.2	660.8	115.7	228.0	11.2
Atitalaquia	1,398.6	982.6	79,652.5	2,935.6	3,533.6	3,184.4	387.3	1,480.6	59.6
Atlapexco	160.1	68.3	3.6	692.8	335.3	5,065.3	122.4	128.1	5.5
Atotonilco El Grande	448.5	146.5	19.3	2,752.8	1,027.6	1,188.2	441.0	464.3	13.3
Atotonilco de Tula	684.4	391.2	627.3	4,989.0	5,899.1	12,782.2	158.1	39,834.0	18.8
Calnali	168.1	61.7	2.3	627.5	414.1	5,029.4	92.2	112.0	4.0
Cardonal	207.9	81.2	10.1	968.2	680.1	895.0	148.3	362.9	6.7
Cuautepec de Hinojosa	799.5	364.3	30.7	4,877.3	1,409.6	2,190.5	384.2	741.0	27.7
Chapantongo	194.7	94.3	8.2	905.2	632.5	1,027.8	133.9	249.1	12.7
Chapulhuacán	288.1	93.3	3.3	766.3	203.0	1,678.8	111.9	205.5	5.6
Chilcuautla	238.9	114.5	14.2	1,108.1	637.6	917.4	133.5	435.8	14.1
Eloxochitlán	24.1	10.5	0.7	137.3	148.9	710.4	20.8	48.9	0.8
Emiliano Zapata	430.3	226.7	18.5	1,338.3	1,171.4	593.8	86.0	241.7	18.8
Epazoyucan	337.5	158.6	14.5	1,805.7	659.6	671.4	406.9	225.8	23.6
Francisco I. Madero	389.1	176.2	18.1	2,225.6	577.4	838.9	288.9	989.2	16.5
Huasca de Ocampo	327.9	108.4	14.4	1,505.6	681.7	789.4	385.5	585.4	10.2
Huautla	146.6	76.7	8.7	776.3	722.5	8,712.4	184.0	236.9	6.9
Huazalingo	62.0	34.9	1.8	450.4	375.0	2,017.0	80.0	276.7	2.9
Huehuetla	172.8	84.5	3.0	801.0	365.8	1,922.1	246.9	214.8	6.6
Huejutla de Reyes	794.3	343.6	22.5	5,418.6	1,960.1	7,734.9	486.9	846.1	26.0
Huichapan	756.2	324.3	38.1	3,277.8	1,985.9	2,726.5	727.6	509.1	35.8
Ixmiquilpan	930.4	399.8	49.4	5,285.9	2,207.8	3,398.7	651.2	2,078.6	37.8
Jacala de Ledezma	131.2	56.1	4.6	716.7	273.3	509.7	61.3	106.8	4.6
Jaltocán	58.1	29.3	2.2	420.9	157.8	601.1	53.1	68.2	2.4
Juárez Hidalgo	23.6	10.7	0.4	131.5	73.9	723.6	16.4	37.9	0.8
Lolotla	76.8	38.9	3.8	441.1	335.9	1,992.9	58.4	107.6	3.0
Metepec	265.7	140.2	14.5	1,438.8	556.4	789.6	179.4	567.0	8.9
San Agustín Metzquititlán	199.2	60.5	4.1	690.6	268.2	361.8	48.3	133.5	4.2
Metztitlán	288.0	118.8	10.8	1,297.7	626.5	1,177.2	136.8	174.3	8.5
Mineral del Chico	156.9	52.5	4.8	727.4	254.3	352.6	72.3	119.3	4.8
Mineral del Monte	152.3	51.1	4.7	1,005.2	190.2	326.9	58.0	241.9	3.7
La Misión	75.8	37.9	1.9	405.4	239.4	815.3	54.2	103.2	3.2
Mixquiahuala de Juárez	569.9	294.9	21.7	3,346.3	868.9	1,432.1	273.9	811.6	34.6
Molango de Escamilla	89.7	36.2	1.9	565.7	150.9	2,548.2	57.6	134.5	2.5

Municipio	Emisiones (Mg/año)								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃	CH ₄	CN
Nicolás Flores	57.2	23.5	0.9	273.6	355.9	796.6	34.9	47.2	1.6
Nopala de Villagrán	325.1	145.4	11.9	1,297.1	982.8	1,534.2	499.1	567.3	18.8
Omitlán de Juárez	115.8	37.8	4.4	713.4	192.3	264.4	77.5	142.4	3.1
San Felipe Orizatlán	272.6	125.0	26.1	1,464.4	861.6	5,584.8	254.8	461.8	9.6
Pacula	45.3	17.7	1.0	219.2	140.8	409.9	36.2	85.3	1.3
Pachuca de Soto	3,817.4	1,058.5	117.1	26,300.4	4,364.8	6,864.3	341.1	4,267.1	72.2
Pisaflores	193.8	65.0	4.9	566.5	208.8	1,645.5	119.9	121.7	6.7
Progreso de Obregón	430.8	151.0	254.3	1,772.5	792.2	695.9	90.5	208.0	14.7
Mineral de la Reforma	1,590.6	542.0	97.7	11,350.5	1,632.0	3,309.5	275.2	441.9	39.3
San Agustín Tlaxiaca	556.3	268.0	32.9	2,904.1	1,341.6	1,253.7	198.0	298.9	36.9
San Bartolo Tutotepec	109.1	56.2	2.1	618.9	455.9	2,575.3	151.8	238.2	4.3
San Salvador	462.4	211.8	26.3	2,224.7	861.0	931.6	217.1	583.0	19.8
Santiago de Anaya	288.4	114.5	6,193.8	1,116.0	1,208.3	638.4	125.6	337.6	9.9
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	349.1	131.9	65.0	2,281.9	446.6	957.2	197.6	3,114.0	9.1
Singuilucan	691.4	305.4	14.7	3,072.4	998.6	1,576.8	253.9	416.2	18.4
Tasquillo	248.7	108.8	15.2	1,179.1	711.6	899.5	133.0	342.4	10.8
Tecoautla	489.8	206.2	22.9	2,237.3	1,254.9	1,787.2	2,819.0	583.1	19.9
Tenango de Doria	138.6	57.6	2.5	722.9	189.2	748.1	96.0	142.0	4.1
Tepeapulco	907.0	327.1	24.1	4,254.7	1,127.3	2,127.2	174.3	386.0	16.1
Tepehuacán de Guerrero	112.3	66.8	2.3	779.3	326.1	2,710.5	144.3	161.4	4.8
Tepeji del Río de Ocampo	1,107.4	548.8	112.1	5,177.6	2,347.7	2,515.5	622.7	947.8	58.3
Tepetitlán	203.7	81.4	6.6	762.3	365.3	562.0	124.4	388.1	7.8
Tetepango	134.0	60.0	6.7	762.2	223.4	313.5	66.3	146.9	6.1
Villa de Tezontepec	275.8	130.6	11.6	1,081.3	559.6	537.5	214.0	299.5	13.9
Tezontepec de Aldama	501.7	253.5	25.1	3,155.5	888.0	1,422.7	280.3	776.8	26.2
Tlanguistengo	115.8	46.2	1.9	557.1	280.5	2,725.9	70.9	105.2	3.0
Tizayuca	995.1	482.1	191.5	6,942.7	1,768.9	2,818.4	1,486.4	5,852.4	35.0
Tlahuelilpan	244.4	104.1	14.0	1,185.7	436.8	431.4	94.0	422.4	12.5
Tlahuiletpa	109.2	42.4	1.9	449.2	295.6	1,384.4	60.3	114.4	2.9
Tlanalapa	197.2	89.4	8.9	1,015.7	429.9	486.1	71.1	203.3	5.7
Tlanchinol	195.6	102.2	5.1	1,237.8	757.9	12,882.9	241.1	216.3	8.0
Tlaxcoapan	264.4	99.2	11.1	1,418.5	322.4	594.2	143.6	501.7	7.2
Tolcayuca	340.6	177.6	14.3	1,490.1	705.5	714.1	544.3	328.2	24.6
Tula de Allende	7,120.2	4,626.3	114,138.1	18,572.1	17,249.2	3,458.1	637.5	3,625.3	349.4
Tulancingo de Bravo	1,966.6	692.1	502.9	12,473.2	2,457.2	3,680.6	799.1	1,749.8	55.6
Xochiatipan	100.4	55.5	2.5	583.6	303.3	4,666.5	109.3	119.1	4.6
Xochicoatlán	73.3	34.4	2.6	391.6	161.1	2,165.0	51.8	101.1	2.8
Yahualica	106.8	61.5	2.3	676.4	294.1	5,161.7	131.4	86.4	4.8
Zacualtipán de Ángeles	287.4	104.1	8.6	2,076.8	451.3	2,894.5	77.0	138.3	7.2
Zapotlán de Juárez	330.6	153.5	12.6	1,690.3	601.7	746.8	118.4	274.0	18.9
Zempoala	1,085.3	426.1	34.9	4,364.7	1,647.3	1,968.9	1,115.6	551.9	40.2
Zimapán	666.5	318.3	13.1	2,142.4	990.0	2,171.2	160.2	159.1	9.2
Total	42,851.6	19,754.3	202,864.6	208,028.6	88,981.3	177,967.9	22,875.1	90,569.1	1,591.9

NA_No aplica; NS_No significativo; NE_No estimado por falta de factores de emisión.
Nota: los valores presentados como 0.0 es un valor entre 0 y 0.1.

Anexo C. Emisiones por fuente y categoría de las Cuencas Atmosféricas de Tula, Pachuca y Tulancingo
Cuadro A.4. Emisiones por fuentes y categoría en la Cuenca Atmosférica de Tula.

Categoría	Emisiones (Mg/año)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Alimentos y bebidas	17.29	11.22	0.21	25.58	65.65	3.24	0.76
Asbesto	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Automotriz	1.15	0.58	0.08	26.13	156.21	31.25	0.20
Cal	127.82	27.13	617.60	47.12	340.77	3.66	1.76
Celulosa y papel	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cemento	464.60	293.40	350.99	11,732.44	10,539.92	805.49	4.70
Derivados del petróleo y carbón	0.13	0.09	0.30	1.11	2.05	0.07	0.07
Extracción/beneficio minerales no metálicos	293.97	46.51	NA	NA	NA	NA	NA
Generación de energía eléctrica	5,326.33	3,865.04	113,943.04	1,347.16	8,803.95	189.80	178.85
Industria de la madera	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Industria textil	4.86	3.69	51.41	9.50	26.46	0.59	0.34
Manejo de desechos y remediación	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Metálico	0.01	0.01	NA	NA	NA	1.81	NA
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	2.86	2.17	0.89	1.55	2.78	10.58	0.09
Mezclas químicas	0.00	NA	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
Minerales no metálicos	15.39	9.01	NA	NA	NA	NA	NA
Papel y cartón	0.02	0.01	NA	NA	NA	NA	NA
Petróleo y petroquímica	1,073.22	835.70	79,636.40	904.74	2,768.94	2,166.32	51.93
Pinturas y tintas	0.02	0.02	NA	0.09	0.16	41.75	NA
Plástico y hule	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Química	13.15	12.45	1.27	41.64	89.51	237.76	1.01
Tratamiento de residuos peligrosos	0.02	0.02	NA	0.24	0.43	NA	NA
Fuentes fijas	7,340.90	5,107.00	194,602.20	14,137.30	22,796.90	3,492.30	239.70
Actividades de la construcción	158.67	15.87	NA	NA	NA	NA	NA
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	11,085.00	NA
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	15.25	NA
Aplicación fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	-	152.93
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	77.14	NA
Asado al carbón	27.42	21.88	-	54.58	1.00	3.52	NA
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	10.30	NA
Bancos de materiales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Caminos pavimentados y no pavimentados	2,371.60	251.59	NA	NA	NA	NA	NA
Combustión agrícola	99.10	99.10	92.50	303.56	1,408.33	0.18	6.76
Combustión comercial	1.18	1.18	0.14	9.65	16.95	0.59	NA
Combustión doméstica	893.62	860.57	26.04	10,423.50	376.95	2,290.82	NA
Combustión industrial	0.69	0.43	0.06	4.56	11.72	0.24	0.27

Categoría	Emisiones (Mg/año)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃
Corrales de engorda	24.68	2.82	NA	NA	NA	NA	NA
Emisiones domésticas de NH ₃	NA	NA	NA	NA	NA	NA	650.25
Emisiones ganaderas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1,839.40
Esterilización de Material Hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	0.27	NA
Incendios en construcción	0.05	0.05	NA	0.77	0.02	0.05	NA
Incendios forestales	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Labranza	292.90	64.94	NA	NA	NA	NA	NA
Ladrilleras	0.88	0.84	0.01	6.40	0.07	5.80	NA
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	2.85	NA
Limpieza Superficies Industriales	NA	NA	NA	NA	NA	945.23	NA
Limpieza Superficies Industriales	NA	NA	NA	NA	NA	78.80	NA
Manejo y Distribución de Combustibles	NA	NA	NA	NA	NA	1,421.89	NA
Panificación	NA	NA	NA	NA	NA	23.95	NA
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	118.86	NA
Pintura vial	NA	NA	NA	NA	NA	12.02	NA
Quemas a cielo abierto	4.06	3.71	0.11	9.07	0.64	0.91	NA
Quemas agrícolas	654.94	628.78	18.11	4,779.68	184.29	508.21	95.59
Recubrimiento de Superficies	NA	NA	NA	NA	NA	359.52	NA
Recubrimiento de Superficies Industriales	NA	NA	NA	NA	NA	91.42	NA
Rellenos sanitarios	NA	NA	NA	NA	NA	118.46	NA
Uso Doméstico de Solventes	NA	NA	NA	NA	NA	849.63	NA
Fuentes de área	4,529.80	1,951.80	136.90	15,591.80	1,999.98	18,020.90	2,745.20
Autobús	78.46	72.19	8.98	313.97	844.25	45.23	1.27
Automóvil	14.02	12.41	26.49	5,305.17	1,061.93	668.32	8.43
Camioneta Particular	8.09	7.23	13.83	2,568.70	526.30	308.06	3.76
Combi	0.57	0.51	0.36	190.79	63.16	19.68	0.94
Motocicleta	0.71	0.63	1.98	480.89	23.84	38.33	1.31
Pick-up	14.67	13.04	14.25	3,850.01	565.99	416.50	3.75
Taxi	0.19	0.17	0.32	121.04	30.33	19.00	0.91
Tractocamión	328.32	302.05	42.55	514.12	1,461.05	119.73	3.09
Veh<3.8Ton	4.94	4.48	0.25	586.95	126.92	56.02	0.90
Veh>3.8Ton	173.50	159.48	27.58	1,422.96	879.66	138.50	2.72
Fuentes móviles carreteras	623.50	572.20	136.60	15,354.60	5,583.42	1,829.40	27.10
Aviación y servicios auxiliares	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Equipo de la construcción	19.34	18.75	7.84	93.93	191.52	18.65	0.20
Locomotoras	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Terminal de autobuses	0.09	0.08	0.13	7.76	13.70	0.69	0.01
Fuentes móviles no carreteras	19.40	18.80	7.90	101.70	205.20	19.30	0.20
Erosivas	384.92	57.74	NA	NA	NA	NA	NA
Biogénica	NA	NA	NA	NA	2,978.62	4,947.38	NA
Naturales	384.92	57.74	NA	NA	2,978.62	4,947.38	NA
Total	12,898.40	7,707.60	194,883.70	45,185.40	33,564.10	28,309.30	3,012.20

Cuadro A.5. Emisiones por fuentes y categoría en la Cuenca Atmosférica de Pachuca.

Categoría	Emisiones (Mg/año)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	0.06	0.06	-	-	-	1.01	-
Alimentos y bebidas	3.35	1.86	52.01	13.19	28.46	0.24	0.40
Asbesto	-	-	-	-	-	-	-
Automotriz	0.09	0.07	7.46	0.07	0.51	0.00	0.27
Cal	-	-	-	-	-	-	-
Celulosa y papel	14.91	14.91	1.18	164.75	455.72	10.79	6.30
Cemento	-	-	-	-	-	-	-
Derivados del petróleo y carbón	0.30	0.07	1.52	1.78	7.12	0.18	0.20
Extracción/beneficio minerales no metálicos	147.92	22.56	-	-	-	-	-
Generación de energía eléctrica	1.16	1.16	0.07	46.40	0.20	13.49	-
Industria de la madera	-	-	-	-	-	40.64	-
Industria textil	2.52	2.16	0.59	16.21	20.66	1.90	0.66
Manejo de desechos y remediación	0.01	-	0.01	0.03	0.15	0.01	-
Metálico	0.31	0.30	-	1.06	1.85	19.41	-
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	2.81	1.87	120.22	2.35	12.76	1.53	0.14
Mezclas químicas	1.19	0.87	0.01	1.04	1.25	15.22	0.04
Minerales no metálicos	1.96	1.54	0.05	6.47	7.70	51.59	0.25
Papel y cartón	0.17	0.14	0.01	0.28	1.59	-	-
Petróleo y petroquímica	0.01	-	0.02	0.05	0.25	34.49	-
Pinturas y tintas	0.47	0.31	0.01	1.41	1.69	5.80	0.05
Plástico y hule	0.25	0.17	0.02	0.10	0.22	0.01	0.00
Química	56.28	42.18	26.87	9.40	5.21	48.19	0.17
Tratamiento de residuos peligrosos	0.04	0.03	0.05	0.34	0.69	-	0.01
Fuentes fijas	233.78	90.28	210.08	264.94	546.03	244.50	8.49
Actividades de la construcción	111.99	11.20	-	-	-	-	-
Aguas residuales	-	-	-	-	-	97.50	-
Aplicación de plaguicidas	-	-	-	-	-	18.70	-
Aplicación fertilizantes	-	-	-	-	-	-	325.20
Artes gráficas	-	-	-	-	-	187.44	-
Asado al carbón	52.87	42.19	-	105.25	1.94	6.79	-
Asfaltado	-	-	-	-	-	12.91	-
Bancos de materiales	-	-	-	-	-	-	-
Caminos pavimentados y no pavimentados	5,493.08	582.72	-	-	-	-	-
Combustión agrícola	61.19	61.19	57.12	187.43	869.62	0.11	4.17
Combustión comercial	1.98	1.98	0.24	16.23	28.49	1.00	-
Combustión doméstica	1,473.99	1,419.47	42.95	17,193.09	621.77	3,778.61	-
Combustión industrial	0.94	0.60	0.08	6.28	16.14	0.34	0.36
Corrales de engorda	12.28	1.40	-	-	-	-	-
Emisiones domésticas de NH ₃	-	-	-	-	-	-	873.12
Emisiones ganaderas	-	-	-	-	-	-	3,773.17
Esterilización de Material Hospitalario	-	-	-	-	-	0.66	-

Categoría	Emisiones (Mg/año)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃
Incendios en construcción	0.23	0.22	-	3.69	0.09	0.23	-
Incendios forestales	33.79	28.68	3.11	335.20	10.01	23.41	3.36
Labranza	838.44	185.88	-	-	-	-	-
Ladrilleras	17.04	16.40	0.20	124.40	1.28	112.78	-
Lavado en seco	-	-	-	-	-	8.34	-
Limpieza Superficies Industriales	-	-	-	-	-	865.47	-
Manejo y Distribución de Combustibles	-	-	-	-	-	502.87	-
Manejo y Distribución de GLP	-	-	-	-	-	2,324.01	-
Panificación	-	-	-	-	-	46.26	-
Pintado automotriz	-	-	-	-	-	267.09	-
Pintura vial	-	-	-	-	-	16.13	-
Quemas a cielo abierto	3.91	3.58	0.10	8.75	0.62	0.88	-
Quemas agrícolas	856.26	820.45	17.99	7,459.78	233.40	749.45	149.27
Recubrimiento de Superficies	-	-	-	-	-	693.20	-
Recubrimiento de Superficies Industriales	-	-	-	-	-	135.18	-
Rellenos sanitarios	-	-	-	-	-	169.70	-
Uso Doméstico de Solventes	-	-	-	-	-	1,638.34	-
Fuentes de área	8,958.00	3,175.97	121.80	25,440.10	1,783.35	11,657.39	5,128.66
Autobús	59.57	54.80	4.79	315.32	849.45	45.49	1.28
Automóvil	36.41	32.22	68.79	13,775.61	2,757.46	1,735.39	21.90
Camioneta Particular	20.46	18.30	35.00	6,499.61	1,331.71	779.48	9.50
Combi	1.04	0.93	0.65	347.24	114.95	35.81	1.70
Motocicleta	4.13	3.66	11.51	2,794.01	138.52	222.70	7.64
Pick-up	39.52	35.12	38.38	10,368.70	1,524.29	1,121.71	10.09
Taxi	0.60	0.53	0.99	372.44	93.31	58.48	2.79
Tractocamión	198.06	182.22	25.25	307.71	865.79	72.55	1.86
Veh<3.8Ton	8.17	7.42	0.42	971.09	209.98	92.69	1.49
Veh>3.8Ton	259.84	238.85	41.31	2,131.17	1,317.47	207.43	4.07
Fuentes móviles carreteras	627.81	574.06	227.08	37,882.91	9,202.92	4,371.73	62.32
Aviación y servicios auxiliares	0.08	0.08	0.36	52.43	1.95	3.97	-
Equipo de la construcción	14.85	14.39	6.02	72.12	147.05	14.32	0.15
Locomotoras	-	-	-	-	-	-	-
Terminal de autobuses	0.19	0.17	0.28	16.59	29.30	1.47	0.02
Fuentes móviles no carreteras	15.12	14.64	6.65	141.13	178.30	19.76	0.17
Erosivas	688.72	103.31	-	-	-	-	-
Biogénica	-	-	-	-	3,567.40	5,495.41	-
Naturales	688.72	103.31	-	-	3,567.40	5,495.41	-
Total	10,523.43	3,958.26	565.62	63,729.07	15,278.01	21,788.79	5,199.64

Cuadro A.6. Emisiones por fuentes y categoría en la Cuenca Atmosférica de Tulancingo.

Categoría	Emisiones (Mg/año)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃
Accesorios, aparatos eléctricos y equipos de generación eléctrica	-	-	-	-	-	-	-
Alimentos y bebidas	1.70	1.13	29.07	1.16	4.41	0.02	0.05
Asbesto	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	-
Automotriz	-	-	-	-	-	-	-
Cal	-	-	-	-	-	-	-
Celulosa y papel	-	-	-	-	-	-	-
Cemento	-	-	-	-	-	-	-
Derivados del petróleo y carbón	0.94	0.57	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00
Extracción/beneficio minerales no metálicos	0.34	0.19	0.00	0.00	0.02	0.00	-
Generación de energía eléctrica	-	-	-	-	-	-	-
Industria de la madera	8.68	7.06	-	0.00	0.00	0.89	-
Industria textil	26.58	17.33	475.51	4.65	45.17	0.23	0.65
Manejo de desechos y remediación	-	-	-	-	-	-	-
Metálico	-	-	-	-	-	-	-
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	0.61	0.55	3.15	0.08	1.46	-	-
Mezclas químicas	-	-	-	-	-	-	-
Minerales no metálicos	4.70	2.85	-	0.03	0.05	-	-
Papel y cartón	-	-	-	-	-	-	-
Petróleo y petroquímica	-	-	-	-	-	-	-
Pinturas y tintas	-	-	-	-	-	-	-
Plástico y hule	-	-	-	-	-	-	-
Química	-	-	-	-	-	-	-
Tratamiento de residuos peligrosos	-	-	-	-	-	-	-
Fuentes fijas	43.54	29.67	507.74	5.92	51.12	1.13	0.70
Actividades de la construcción	25.34	2.53	-	-	-	-	-
Aguas residuales	-	-	-	-	-	1.99	-
Aplicación de plaguicidas	-	-	-	-	-	18.78	-
Aplicación fertilizantes	-	-	-	-	-	-	171.48
Artes gráficas	-	-	-	-	-	46.43	-
Asado al carbón	16.29	13.00	-	32.44	0.60	2.09	-
Asfaltado	-	-	-	-	-	9.32	-
Bancos de materiales	-	-	-	-	-	-	-
Caminos pavimentados y no pavimentados	2,021.82	214.48	-	-	-	-	-
Combustión agrícola	39.86	39.86	37.20	122.13	566.47	0.07	2.72
Combustión comercial	0.62	0.62	0.08	5.06	8.88	0.31	-
Combustión doméstica	538.88	518.95	15.70	6,285.67	227.31	1,381.43	-
Combustión industrial	0.35	0.22	0.03	2.33	5.98	0.12	0.14
Corrales de engorda	8.39	0.96	-	-	-	-	-

Categoría	Emisiones (Mg/año)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃
Emisiones domésticas de NH ₃	-	-	-	-	-	-	425.86
Emisiones ganaderas	-	-	-	-	-	-	1,663.11
Esterilización de Material Hospitalario	-	-	-	-	-	0.28	-
Incendios en construcción	0.02	0.02	-	0.35	0.01	0.02	-
Incendios forestales	26.89	22.82	2.48	266.58	7.99	18.61	2.67
Labranza	317.81	70.46	-	-	-	-	-
Ladrilleras	12.75	12.28	0.15	93.10	0.96	84.40	-
Lavado en seco	-	-	-	-	-	2.42	-
Limpieza Superficies Industriales	-	-	-	-	-	170.46	-
Manejo y Distribución de Combustibles	-	-	-	-	-	109.11	-
Manejo y Distribución de GLP	-	-	-	-	-	868.75	-
Panificación	-	-	-	-	-	16.28	-
Pintado automotriz	-	-	-	-	-	120.80	-
Pintura vial	-	-	-	-	-	8.08	-
Quemas a cielo abierto	1.86	1.70	0.05	4.16	0.29	0.42	-
Quemas agrícolas	499.05	479.46	12.77	3,859.69	142.36	416.76	77.20
Recubrimiento de Superficies Arquitectónicas.	-	-	-	-	-	213.68	-
Recubrimiento de Superficies Industriales	-	-	-	-	-	21.52	-
Rellenos sanitarios	-	-	-	-	-	121.53	-
Uso Doméstico de Solventes	-	-	-	-	-	504.94	-
Fuentes de área	3,509.93	1,377.36	68.45	10,671.51	960.85	4,138.63	2,343.18
Autobús	30.41	27.98	4.07	99.23	266.37	14.28	0.40
Automóvil	10.98	9.71	20.74	4,153.37	831.38	523.22	6.60
Camioneta Particular	7.87	7.04	13.46	2,500.38	512.30	299.86	3.66
Combi	0.40	0.36	0.25	134.11	44.39	13.83	0.66
Motocicleta	0.85	0.75	2.36	573.23	28.42	45.69	1.57
Pick-up	15.81	14.05	15.35	4,147.03	609.65	448.64	4.03
Taxi	0.07	0.07	0.12	45.89	11.50	7.20	0.34
Tractocamión	29.64	27.27	3.95	47.05	135.99	10.72	0.28
Veh<3.8Ton	5.37	4.88	0.27	638.13	137.98	60.91	0.98
Veh>3.8Ton	45.96	42.24	7.31	376.92	233.01	36.69	0.72
Fuentes móviles carreteras	147.35	134.34	67.89	12,715.34	2,811.00	1,461.04	19.24
Aviación y servicios auxiliares	-	-	-	-	-	-	-
Equipo de la construcción	4.02	3.89	1.63	19.50	39.77	3.87	0.04
Locomotoras	-	-	-	-	-	-	-
Terminal de autobuses	0.04	0.03	0.05	3.25	5.73	0.29	0.00
Fuentes móviles no carreteras	4.05	3.93	1.68	22.75	45.50	4.16	0.04
Erosivas	183.73	27.56	-	-	-	-	-
Biogénica	-	-	-	-	1,907.46	2,955.51	-
Naturales	183.73	27.56	-	-	1,907.46	2,955.51	-
Total	3,888.61	1,572.87	645.76	23,415.52	5,775.93	8,560.48	2,363.16

Anexo D. Emisiones por municipio de las Cuencas Atmosférica de Tula, Pachuca y Tulancingo Cuadro A.7. Emisiones por municipio en la Cuenca Atmosférica de Tula.							
Municipio	Emisiones (Mg/año)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃
Tula de Allende	7,120.20	4,626.30	114,138.10	18,572.10	17,249.20	3,458.10	637.50
Tlaxcoapan	264.40	99.20	11.10	1,418.50	322.40	594.20	143.60
Tlahuelilpan	244.40	104.10	14.00	1,185.70	436.80	431.40	94.00
Tezontepec de Aldama	501.70	253.50	25.10	3,155.50	888.00	1,422.70	280.30
Tetepango	134.00	60.00	6.70	762.20	223.40	313.50	66.30
Tepetitlán	203.70	81.40	6.60	762.30	365.30	562.00	124.40
Tepeji del Río de Ocampo	1,107.40	548.80	112.10	5,177.60	2,347.70	2,515.50	622.70
Progreso de Obregón	430.80	151.00	254.30	1,772.50	792.20	695.90	90.50
Mixquiahuala de Juárez	569.90	294.90	21.70	3,346.30	868.90	1,432.10	273.90
Chilcuautla	238.90	114.50	14.20	1,108.10	637.60	917.40	133.50
Atotonilco de Tula	684.40	391.20	627.30	4,989.00	5,899.10	12,782.20	158.10
Atitalaquia	1,398.60	982.60	79,652.50	2,935.60	3,533.60	3,184.40	387.30
Total	12,898.40	7,707.50	194,883.70	45,185.40	33,564.10	28,309.30	3,012.20

Cuadro A.8. Emisiones por municipio en la Cuenca Atmosférica de Pachuca.							
Municipio	Emisiones (Mg/año)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃
Ajacuba	305.60	166.50	15.00	1,711.30	568.70	841.10	174.60
Epazoyucan	337.50	158.60	14.50	1,805.70	659.60	671.40	406.90
Mineral de la Reforma	1,590.60	542.00	97.70	11,350.50	1,632.00	3,309.50	275.20
Pachuca de Soto	3,817.40	1,058.50	117.10	26,300.40	4,364.80	6,864.30	341.10
San Agustín Tlaxiaca	556.30	268.00	32.90	2,904.10	1,341.60	1,253.70	198.00
Singuilucan	691.40	305.40	14.70	3,072.40	998.60	1,576.80	253.90
Tizayuca	995.10	482.10	191.50	6,942.70	1,768.90	2,818.40	1,486.40
Tlanalapa	197.20	89.40	8.90	1,015.70	429.90	486.10	71.10
Tolcayuca	340.60	177.60	14.30	1,490.10	705.50	714.10	544.30
Villa de Tezontepec	275.80	130.60	11.60	1,081.30	559.60	537.50	214.00
Zapotlán de Juárez	330.60	153.50	12.60	1,690.30	601.70	746.80	118.40
Zempoala	1,085.30	426.10	34.90	4,364.70	1,647.30	1,968.90	1,115.60
Total	10,523.40	3,958.30	565.60	63,729.10	15,278.00	21,788.80	5,199.60

Cuadro A.9. Emisiones por municipio en la Cuenca Atmosférica de Tulancingo.							
Municipio	Emisiones (Mg/año)						
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COV	NH ₃
Acatlán	507.70	244.40	32.70	2,344.30	906.10	942.50	802.90
Cuautepec de Hinojosa	799.50	364.30	30.70	4,877.30	1,409.60	2,190.50	384.20
Metepec	265.70	140.20	14.50	1,438.80	556.40	789.60	179.40
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	349.10	131.90	65.00	2,281.90	446.60	957.20	197.60
Tulancingo de Bravo	1,966.60	692.10	502.90	12,473.20	2,457.20	3,680.60	799.10
Total	3,888.60	1,572.90	645.80	23,415.50	5,775.90	8,560.50	2,363.20

Anexo E. Normas Oficiales Mexicanas de Salud de Contaminantes Criterio con fecha de entrada en vigor en diciembre 2021.											
Fecha de Publicación	Fecha de Entrada en Vigor	NOM	Norma Oficial Mexicana	Valores Nuevos (NOM-2021)					Valores OMS 2021		
28/10/2021	26/12/2021	NOM-020-SSA1-2021	NORMA Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono O ₃ . Valores normados para la concentración de ozono O ₃ en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	Concentración O ₃	26/12/2021 - 26/12/2022 Año 1 ^a		26/12/2024 Año 3 ^a		26/12/2026 Año 5 ^a		
				De 1 hora	176 µg/m ³ 0.09 ppm		176 µg/m ³ 0.09 ppm		176 µg/m ³ 0.09 ppm		-
				De 8 horas	127 µg/m ³ 0.065 ppm		118 µg/m ³ 0.06 ppm		100 µg/m ³ 0.051 ppm		100 µg/m ³
29/10/2021	27/12/2021	NOM-021-SSA1-2021	NORMA Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al monóxido de carbono CO. Valores normados para la concentración de monóxido de carbono CO en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	Concentración CO							
				De 1 hora	30 000 µg/m ³ 26 ppm						-
				De 8 horas	10 000 µg/m ³ 9 ppm						-
27/10/2021	25/12/2021	NOM-023-SSA1-2021	NORMA Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de nitrógeno NO ₂ . Valores normados para la concentración de dióxido de nitrógeno NO ₂ en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	Concentración NO ₂							
				De 1 hora	200 µg/m ³ 0.106 ppm						-
				Anual	40 µg/m ³ 0.021 ppm						10 µg/m ³
27/10/2021	25/12/2021	NOM-025-SSA1-2021	NORMA Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2021, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM ₁₀ y PM _{2.5} . Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM ₁₀ y PM _{2.5} en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	Concentración PM	25/12/2021 - 25/12/2022 Año 1 ^a		25/12/2024 Año 3 ^a		25/12/2026 Año 5 ^a		
				PM ₁₀ - 24 h	70 µg/m ³		60 µg/m ³		50 µg/m ³		45 µg/m ³
				PM ₁₀ - Anual	36 µg/m ³		28 µg/m ³		20 µg/m ³		15 µg/m ³
				PM _{2.5} - 24 h	41 µg/m ³		33 µg/m ³		25 µg/m ³		15 µg/m ³
				PM _{2.5} - Anual	10 µg/m ³		10 µg/m ³		10 µg/m ³		5 µg/m ³

